



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**EFECTO ANTIMICROBIANO IN VITRO DE CEMENTOS SELLADORES  
ENDODÓNTICOS FRENTE A CEPAS DE CANDIDA ALBICANS ATCC 10231 Y  
STAPHYLOCOCCUS AUREUS ATCC 6538, LIMA-PERÚ, 2022**

Línea de investigación: Salud Pública

Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

**Autora:**

Castañeda Espinoza, Ariela Abigail

**Asesora:**

Quispe Tasayco, Lucía Marisela

ORCID: 0000-0002-0594-5834

**Jurado:**

García Rupaya, Carmen Rosa

Chávez Díaz, César Humberto

Del Águila Gastelú, Elca Rocío

Lima – Perú

2023

**ÍNDICE**

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Descripción y formulación del problema	2
1.2	Antecedentes	3
1.3	Objetivos	7
1.3.1	Objetivo general	7
1.3.2	Objetivos específicos	8
1.4	Justificación	8
1.5	Hipótesis	8
II.	MARCO TEÓRICO	9
2.1	Bases teóricas sobre el tema de investigación	9
III.	MÉTODO	17
3.1.	Tipo de investigación	17
3.2.	Ámbito temporal y espacial	17
3.3.	Variables	17
3.4.	Población y muestra	18
3.5.	Instrumentos	19
3.6.	Procedimientos	20
3.7.	Análisis de datos	24

3.8.	Consideraciones éticas	24
IV.	RESULTADOS	25
V.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	32
VI.	CONCLUSIONES	34
VII.	RECOMENDACIONES	35
VIII.	REFERENCIAS	36
IX.	ANEXOS	42

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por ser siempre mi guía durante toda mi carrera universitaria. A mi asesora Mg. Quispe Tasayco, Lucía Marisela en todo en el proceso de la elaboración de la tesis. A la Mg. Nicho Valladares, Miriam Kelly, al C. D Chuna Espinoza, Jorge Dante quienes brindaron sus conocimientos y apoyo en etapas correspondientes de mi trabajo de investigación. A mis hermosas amistades que me brindaron su apoyo. Por último, a mis queridos docentes que me brindaron todo su conocimiento y paciencia durante 6 años de estadía universitaria.

### **DEDICATORIA**

La presente investigación es dedicada a mi motor y motivo, mis padres, Georges Castañeda Chávez y Clara Elena Espinoza León, así como a mi mascota Toby quienes son incondicionales para mí en cada etapa de mi vida.

## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto antimicrobiano de cementos selladores endodónticos frente a *Candida albicans* ATCC 10231 y *Staphylococcus aureus* ATCC 6538. Metodología: el estudio fue experimental in vitro, longitudinal y comparativo en el que se evaluó el efecto antimicrobiano mediante la medida de los halos de inhibición para los diferentes tipos de cementos selladores endodónticos, que en este caso fueron cementos a base de óxido de zinc y eugenol, cemento a base de hidróxido de calcio, cemento a base de biocerámico y los controles positivos que sería el fluconazol para las cepas de *Candida albicans* y la clorhexidina para las cepas de *Staphylococcus aureus*. Resultados: para las cepas de *Candida albicans* a las 24 y 48 horas el mayor halo de inhibición se encontró en el control (fluconazol), seguido del cemento a base de óxido de zinc y eugenol. Por otro lado, para las cepas de *Staphylococcus aureus* a las 24 y 48 horas el mayor halo de inhibición se encontró en el cemento a base de hidróxido de calcio, seguido del control (clorhexidina). Además se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las sustancias experimentales a las 24 y 48 horas contra las cepas de *Candida albicans* y *Staphylococcus aureus*. Conclusión: el cemento endodóntico con mayor actividad antimicrobiana contra la *Candida albicans* a las 24 y 48 horas fue el cemento a base de óxido de zinc y eugenol; y contra el *Staphylococcus aureus* fue el cemento a base de hidróxido de calcio.

*Palabras clave:* actividad, antifúngica, antibacteriana, cementos endodónticos.

## ABSTRACT

The aim of this research was to evaluate the antimicrobial effect of endodontic sealing cements against *Candida albicans* ATCC 10231 and *Staphylococcus aureus* ATCC 6538. Methodology: the study was experimental in vitro, longitudinal and comparative in which the antimicrobial effect was evaluated by measuring of the inhibition halos for the different types of endodontic sealing cements, which in this case were zinc oxide and eugenol-based cements, calcium hydroxide-based cement, bioceramic-based cement and the positive controls that would be fluconazole for *Candida albicans* strains and chlorhexidine for *Staphylococcus aureus* strains. Results: for the *Candida albicans* strains at 24 and 48 hours, the highest inhibition halo was found in the control (fluconazole), followed by zinc oxide and eugenol-based cement. On the other hand, for the *Staphylococcus aureus* strains at 24 and 48 hours, the highest inhibition halo was found in the calcium hydroxide-based cement, followed by the control (chlorhexidine). In addition, statistically significant differences were found between the experimental substances at 24 and 48 hours against the strains of *Candida albicans* and *Staphylococcus aureus*. Conclusion: the endodontic cement with the highest antimicrobial activity against *Candida albicans* at 24 and 48 hours was the cement based on zinc oxide and eugenol; and against *Staphylococcus aureus* it was the calcium hydroxide-based cement.

*Keywords:* activity, antifungal, antibacterial, endodontic cements.

## I. INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de la terapia endodóntica es eliminar los microorganismos del conducto radicular con ayuda de la instrumentación, irrigación y medicación intracanal para reducir la población microbiana y lograr el éxito clínico y radiográfico. Sin embargo, debido a las complejidades anatómicas no se logra erradicar completamente los microorganismos en los conductos radiculares, por lo tanto, un buen material de obturación del conducto radicular con propiedad antibacteriana sería beneficiosa para reducir aún más el número de microorganismos residuales (Rathod et al., 2020).

Se estima que el fracaso del tratamiento endodóntico puede ocurrir inclusive desde los seis meses post tratamiento y hasta luego de 10 años y puede darse por una variedad de factores como la persistencia de bacterias (intracanal y extracanal), llenado inadecuado del canal, sobre extensión en la obturación, sellado coronal inadecuado, canales accesorios no tratados, diseño deficiente de la cavidad de acceso y complicaciones en la instrumentación (escalones, perforaciones o instrumentos separados) (Chambilla y Sánchez-Tito, 2021).

La persistencia de microorganismos patógenos en el conducto radicular está relacionada con su capacidad de adherirse a la pared del conducto radicular y el efecto de sus productos metabólicos. Estas características permiten que las bacterias colonicen áreas del conducto radicular, consecuentemente dificultando su eliminación. Los principales agentes patógenos asociados al fracaso del tratamiento endodóntico son *Enterococcus faecalis* (*E. faecalis*) y *Streptococcus mutans* (*S. mutans*), pudiendo encontrarse también la presencia de *Candida albicans* (*C. albicans*) (Del Fabbro et al., 2014).

### 1.1. Descripción y formulación del problema

El *Enterococcus faecalis*, *Candida albicans* y *Staphylococcus aureus* son otros microorganismos facultativos asociados con infecciones del conducto radicular. La biopelícula microbiana extrarradicular de *Staphylococcus aureus* en el tejido o la superficie del biomaterial está relacionada con la enfermedad periapical persistente. La *Candida albicans*, que es una parte de la microbiota normal, está asociada a tratamientos endodónticos fallidos y puede considerarse un microorganismo dentinofílico (Gomes et al., 2004; Waltimo et al., 2004).

Hoy en día se utilizan líneas celulares para investigación que proporcionan una población pura de células, lo cual es valioso ya que proporciona una muestra consistente y resultados reproducibles que son necesarias para la investigación en diferentes regiones del mundo. La popularidad de la línea celular se puede estimar mediante las numerosas publicaciones que utilizan líneas celulares, existe una organización que las recolecta, almacena, distribuye y está presentadas bajo las siglas en inglés de American Type Culture Collection (ATCC) que consta de más de 3600 líneas celulares de más de 150 especies diferentes (Kaur y Dufour, 2012)

Por otro lado, se sabe que los cementos selladores biocerámicos poseen actividad biológica. Es altamente radiopaco y forma hidrofílicamente hidroxiapatita al fraguar y se une químicamente a la dentina y las puntas de gutapercha. Es antibacteriano durante el fraguado atribuible a su pH altamente alcalino. Exhibe una contracción absolutamente nula. Por lo tanto, cuando estos selladores se usan junto con sistemas de obturación, pueden afectar negativamente en gran medida la supervivencia de las bacterias (Rathod et al., 2020).

Actualmente en el mercado existen variados tipos de cementos selladores endodónticos, los cuales difieren en composición, haciendo difícil para el profesional saber cuál de ellos tiene la mejor actividad frente a las bacterias presentes en el conducto radicular. Además, existen pocos estudios en donde se evalúen la actividad antimicrobiana de estos nuevos cementos

selladores endodónticos. Por lo cual el propósito de este trabajo será evaluar la actividad antimicrobiana, y es así que nos formulamos la siguiente pregunta: ¿Cuál es el efecto antimicrobiano in vitro de cementos selladores endodónticos sobre *Candida albicans* ATCC 10231 y *Staphylococcus aureus* ATCC 6538?

## 1.2 Antecedentes

Chambilla y Sánchez-Tito (2021) realizaron un estudio con el objetivo de evaluar el efecto antimicrobiano de tres cementos selladores endodónticos frente a *Streptococcus mutans*, *Enterococcus faecalis* y *Candida albicans*. Se usó el método de difusión en agar, realizando pozos de 5 mm de diámetro por 4 mm de profundidad, en donde se colocaron los diferentes cementos que fueron preparados según las indicaciones del fabricante. Para *S. mutans* y *E. faecalis* se empleó agar cerebro-corazón, mientras que para *C. albicans* se empleó agar tripticosa soya como medio de cultivo. Las placas fueron incubadas por 48 horas a 37°C. Los halos de inhibición de crecimiento microbiano se midieron con un Vernier. Los resultados mostraron diferencias significativas entre todos los grupos. El cemento a base de óxido de zinc y eugenol (Endofill) mostró el mejor efecto antimicrobiano contra las tres cepas con halos de inhibición de  $23,283 \pm 5,497$  mm para *S. mutans*,  $8,468 \pm 0,755$  mm para *E. faecalis* y  $21,965 \pm 1,187$  mm para *C. albicans*. Mientras que el cemento a base de resina (Vioseal) tuvo una actividad similar a Endofill solo para *S. mutans* ( $21,262 \pm 2,602$  mm), siendo bastante inferior para *E. faecalis* ( $6,642 \pm 0,659$  mm) y *C. albicans* ( $8,781 \pm 0,735$  mm). El cemento a base de hidróxido de calcio (Sealer 26) fue más efectivo frente a *S. mutans* ( $13,010 \pm 2,006$  mm) que ante *E. faecalis* ( $6,165 \pm 0,978$  mm) y *C. albicans* ( $5,640 \pm 0,280$  mm). Como conclusión, el cemento a base de óxido de zinc y eugenol (Endofill) mostró el mejor efecto antimicrobiano contra las tres cepas, seguido de los cementos a base de resina (Vioseal) y finalmente hidróxido de calcio (Sealer 26).

Gonzales et al. (2020) realizó un trabajo de investigación con el objetivo de evaluar la capacidad antibacteriana de dos cementos endodónticos. El estudio fue de tipo experimental in vitro, longitudinal y prospectivo; utilizó 40 especímenes divididos en dos grupos experimentales y dos grupos controles (clorhexidina y suero fisiológico) en los que se evaluó la capacidad antibacteriana de un cemento endodóntico a base de hidróxido de calcio (Sealer 26) y otro cemento a base de óxido de zinc (Endoseal) sobre cepas de *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, los halos de inhibición generados fueron medidos a las 2, 24 y 48 horas. Como resultados encontró que la clorhexidina presentó los mayores halos de inhibición, seguido del cemento endodóntico a base de hidróxido de calcio (Sealer 26) a las 24 y 48 horas. Conclusión: el cemento endodóntico a base de hidróxido de calcio presentó mayor actividad antibacteriana frente al *Enterococcus faecalis*.

Rathod et al. (2020) realizaron un estudio con el objetivo de evaluar la eficacia del efecto antimicrobiano de los selladores de conductos radiculares (sellador biocerámico [BC], sellador autograbador Epiphany y sellador AH-Plus) en *Staphylococcus aureus* y *Candida albicans*. Se utilizó un método de ensayo de difusión en pozos de agar para determinar la eficacia del sellador de conductos radiculares contra *S. aureus* (ATCC 6538) y *C. albicans* (ATCC 10231). Los selladores de conductos radiculares se dividieron en tres grupos: sellador BC, sellador de autograbado Epiphany y sellador AH-Plus, y el estándar se mantuvo con disco antibiótico de amoxiclav y fluconazol como control frente a *S. aureus* y *C. albicans*. Los diámetros de las zonas de inhibición del crecimiento contra *S. aureus* y *C. albicans* para cada grupo se registró y se comparó a las 24 h. Las diferencias entre los grupos se analizaron mediante ANOVA de una vía y las pruebas post hoc de Tukey para análisis intergrupar. Resultados: el sellador AH-Plus exhibió una zona de inhibición más grande que los otros dos selladores contra *S. aureus* y *C. albicans* a las 24 h. El estándar disco antibiótico de fluconazol, que se utilizó como control contra *C. albicans*, exhibió una mayor actividad antimicrobiana que

el sellador AH-Plus a las 24 h, mientras que el sellador de autograbado Epiphany mostró la menor actividad antimicrobiana contra *S. aureus* y *C. albicans*. En conclusión, el sellador de conductos radiculares AH-plus muestra una mejor acción antimicrobiana frente a *S. aureus* y *C. albicans* a las 24 h.

Ayatollahi et al. (2019) realizaron un estudio con el objetivo de evaluar el impacto antifúngico del cemento CEM. Las propiedades antifúngicas del cemento CEM se evaluó mediante la prueba de susceptibilidad del tubo. Los datos fueron analizados usando chi-cuadrado y pruebas exactas de Fisher. Se observó el crecimiento de *Candida albicans* en todos los tubos en los tres grupos experimentales a intervalos de tiempo de 0 y 1 hora; mientras que *Candida albicans* no mostró crecimiento en ninguno de los grupos experimentales en otros intervalos de tiempo. De acuerdo con los hallazgos de esta investigación y dadas las limitaciones de los estudios in vitro, diferentes proporciones de Cemento CEM tienen la capacidad de prevenir el crecimiento de *Candida albicans*, excepto en los primeros días. La propiedad antifúngica del Cemento CEM, además de otras propiedades, como precio apropiado, transforma este material en una opción apropiada como presentación retrógrada de materiales.

Monajemzadeh et al. (2017) realizaron un estudio con el objetivo de investigar la actividad antimicrobiana de tres selladores de conductos radiculares contra patógenos orales. Se evaluó la eficacia antimicrobiana de tres selladores endodónticos con diferentes composiciones químicas, a saber, resina (AH 26), óxido de zinc y eugenol (ZOE) y agregado de trióxido mineral (MTA), contra *Candida albicans*, *Streptococcus sanguis*, *Streptococcus salivarius*, *Streptococcus mutans* y *Lactobacillus casei* se analizó mediante el método de difusión en pozos de agar (AWDM). Los selladores probados se prepararon de acuerdo con las instrucciones del fabricante y se vertieron en los pocillos preparados de las placas de agar; también se utilizaron inóculos diluidos ( $10^5$  y  $10^6$  UFC/ml) de las cepas de

microorganismos ensayadas. Los valores de concentración inhibitoria mínima (MIC) de los selladores de canales seleccionados oscilaron entre 3,12 y 50 mg.ml<sup>-1</sup> frente a las cepas de microorganismos empleadas. Todas las placas se incubaron a 37°C en condiciones anaerobias para bacterias y a 30°C para *C. albicans*. Después de tres días, se midieron las zonas de inhibición. Se encontró que AH 26 exhibió una fuerte actividad contra *C. albicans* con la concentración inhibitoria mínima de 12,5 mg.ml<sup>-1</sup>, pero ZOE y MTA no actuaron contra *C. albicans*. El sellador ZOE tuvo la actividad antimicrobiana más alta contra las bacterias probadas, mientras que el MTA mostró la actividad antimicrobiana más baja. Se concluye que la secuencia ascendente de zonas de inhibición del crecimiento microbiano fue la siguiente AH 26 > ZOE > MTA.

Calderón-Valencia y Moromi-Nakata (2014) realizaron un estudio con el objetivo de evaluar la eficacia de tres desinfectantes en la remoción de *Candida albicans*, *Streptococcus mutans* y *Enterococcus faecalis* adheridos a resina acrílica de termocurado. Metodología: Se confeccionaron 51 piezas de resinas acrílicas de termocurado mediante patrones de cera con las mismas dimensiones (15mm x 15mm x 4mm) y se sometieron a un sistema de pulido simulando el de las prótesis completas. Las piezas se esterilizaron en autoclave (121 °C x 15min) y luego fueron contaminadas con cultivos de las cepas de *C. albicans* ATCC, *S. mutans* ATCC y *E. faecalis* ATCC. Luego de la contaminación fueron expuestas a los agentes desinfectantes NaClO 0,5 %, clorhexidina 0,12 % y un peróxido alcalino durante 5 min. Las muestras obtenidas a partir de las resinas fueron sembradas en placas Petri y se observaron los resultados a las 24h para verificar la remoción o no de los microorganismos. Los resultados fueron analizados con las pruebas estadísticas Chi-cuadrado y Kruskal-Wallis. Los grupos *C. albicans* y *E. faecalis* mostraron una diferencia estadísticamente significativa entre los tres agentes desinfectantes p=0.001 y p=0.000 respectivamente. En conclusión, el NaClO 0,5 % y clorhexidina 0,12 % tienen una mayor eficacia que las pastillas efervescentes Corega Tabs en

la remoción de *C. albicans* y *E. faecalis* adheridos a resina acrílica de termocurado. Los tres agentes desinfectantes fueron eficaces en la remoción de *S. mutans*.

Tanomaru-Filho et al. (2007) realizaron un estudio con el objetivo de evaluar la actividad antimicrobiana de diferentes materiales de obturación de extremos radiculares: Sealer 26, Sealapex con óxido de zinc, óxido de zinc y eugenol, cemento Portland blanco y gris, MTA-Angelus blanco y gris y Pro Root MTA gris. Contra seis cepas de microorganismos diferentes: *Micrococcus luteus* (ATCC9341), *Staphylococcus aureus* (ATCC6538), *Escherichia coli* (ATCC10538), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC27853), *Candida albicans* (ATCC 10231) y *Enterococcus faecalis* (ATCC 10541). Los resultados mostraron que todos los materiales tenían actividad antimicrobiana contra todas las cepas probadas. El análisis de la eficacia de los materiales contra las cepas microbianas mostró que Sealapex con óxido de zinc, óxido de zinc y eugenol y Sealer 26 crearon halos de inhibición más grandes que los cementos a base de MTA y Portland ( $P < 0,05$ ). En base a la metodología utilizada, se puede concluir que todos los selladores endodónticos, a base de MTA y cementos Portland evaluados en este estudio poseen actividad antimicrobiana, particularmente los selladores endodónticos.

### **1.3 Objetivos**

#### ***1.3.1 Objetivo general***

- Evaluar el efecto antimicrobiano in vitro de cementos selladores endodónticos frente a *Candida albicans* ATCC 10231 y *Staphylococcus aureus* ATCC 6538. Lima-Perú, 2022.

#### ***1.3.2 Objetivos específicos***

- Determinar el diámetro del halo inhibitorio del cemento a base de óxido de zinc y eugenol, hidróxido de calcio y biocerámico frente a *Candida albicans* ATCC 10231 a las 24 y 48 horas. Lima-Perú, 2022.

- Determinar el diámetro del halo inhibitorio del cemento a base de óxido de zinc y eugenol, hidróxido de calcio y biocerámico frente a *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 a las 24 y 48 horas. Lima-Perú, 2022.

- Comparar el efecto antimicrobiano de cementos selladores endodónticos frente a *Candida albicans* ATCC 10231 a las 24 y 48 horas. Lima-Perú, 2022.

- Comparar el efecto antimicrobiano de cementos selladores endodónticos frente a *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 a las 24 y 48 horas. Lima-Perú, 2022.

#### **1.4 Justificación**

El presente estudio es importante ya que busca encontrar evidencia sobre el efecto antimicrobiano que poseen los cementos endodónticos sobre la *Candida albicans* ATCC 10231 y *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, debido a que actualmente existen nuevos productos de cementos endodónticos aún no estudiados en nuestro medio debido a una presencia de fracasos endodónticos. Es de relevancia reconocer la acción antimicrobiana de los distintos cementos endodónticos presentes en el mercado actual y ver su efectividad en el tiempo, esto nos facilitará la elección del cemento idóneo.

Además, científicamente incentivará la investigación de los nuevos cementos selladores endodónticos que aparecen en nuestro entorno profesional y así el profesional pueda conocer y elegir el más conveniente en caso se encuentre frente a una lesión periapical persistente.

Socialmente, los resultados de estos estudios serán beneficiosos para los pacientes debido a que el profesional podrá optar por un cemento que disminuya el fracaso de algunos tratamientos pulpares, conllevando así a un bienestar del paciente.

#### **1.5 Hipótesis**

El efecto antimicrobiano de cementos selladores endodónticos influye significativamente sobre *Candida albicans* ATCC 10231 y *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 -Lima-Perú, 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Bases teóricas sobre el tema de investigación

#### 2.1.1 *Cementos selladores endodónticos*

El uso de materiales endodónticos como selladores, cementos, pastas, masillas y materiales de obturación con actividad antibiofilm se considera beneficioso para reducir aún más los microorganismos residuales y prevenir la fuga de una posible reinfección en los conductos radiculares (Wang et al., 2014).

**2.1.1.1 Propiedades.** En el área de endodoncia, una de las características más requeridas en los cementos selladores es la acción antimicrobiana, ya que se considera positiva y beneficiosa para la reducción del número de microorganismos patógenos presentes, eliminando la infección existente y evitando una reactivación microbiana futura (Prada et al., 2016).

Las propiedades antimicrobianas y antibiofilm se ejercen durante el proceso de fraguado, aumentando el pH y la liberación de iones del material. Un sello de alta calidad y antimicrobiano ambas propiedades son fundamentales para lograr el éxito en el tratamiento de endodoncia (Torabinejad, 2010).

Los cementos selladores resinosos adquieren su acción antimicrobiana por la liberación de formaldehído dada durante la reacción de polimerización o por la liberación de componentes amina y resina epoxi, inhibiendo la síntesis citoplasmática (Asaworarit et al., 2016).

Los cementos selladores a base de hidróxido de calcio presentan actividad antimicrobiana debido a la separación de los iones hidroxilo y calcio, alterando el gradiente de pH de la membrana citoplasmática. (Pérez et al., 2014).

**2.1.1.2 Cementos selladores biocerámicos.** Las biocerámicas son materiales inorgánicos, no metálicos, biocompatibles que se utilizan en contacto directo con tejidos vivos en los campos médico y dental. Ya que son químicamente estables, no corrosivos e interactúan bien con tejidos orgánicos (Edrees et al., 2019).

Se han desarrollado y utilizado con éxito materiales en tratamientos de endodoncia, incluidos recubrimiento pulpar, obturación, formación de barrera apical, reparación de perforaciones y reparación del extremo de la raíz (Wang, 2015).

Algunas biocerámicas endodónticas son sistemas de polvo/líquido que requieren manipulación manual de mezcla, y algunos son materiales premezclados que requieren humedad de los tejidos circundantes para establecer el proceso de fraguado, y permite que las biocerámicas logren un sellado superior con la estructura dental (Parirokh y Torabinejad, 2010).

Las propiedades antibiofilm pueden continuar existiendo en un entorno tratado con biocerámica a través de más reacciones físico-químicas (por ejemplo, efecto de biomineralización) con el entorno dental circundante (Jardine et al., 2019).

**a. Agregado de trióxido mineral (MTA).** Es un polvo que consta de finas partículas hidrófilas que se endurecen en presencia de humedad. El material MTA es una mezcla de cemento Portland refinado y óxido de bismuto. Contiene silicato dicálcico, silicato tricálcico, aluminato tricálcico y aluminoferrita tetracálcica. También se informa que contiene pequeñas cantidades de otros óxidos minerales como  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$  y  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , que modifican sus propiedades químicas y físicas. El MTA tiene un pH de 12,5 después del fraguado, similar al hidróxido de calcio o  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Esto puede impartir algunas propiedades antimicrobianas (Naik et al., 2014).

En la actualidad, el MTA es ampliamente utilizado en la terapia de endodoncia. Se ha propuesto como el material de elección para la obturación de raíces, recubrimiento pulpar,

pulpotomía para dientes primarios, formación de barrera apical para dientes con pulpas necróticas y vértices abiertos, reparación de perforaciones y apexificación (Parirokh y Torabinejad, 2010).

Las propiedades antibacterianas y antifúngicas del MTA se han evaluado ampliamente y se han atribuido a la liberación de iones hidroxilo, creando así un ambiente antibacteriano debido al alto pH. Sin embargo, los estudios presentan informes contradictorios. Una investigación sobre bacterias anaerobias facultativas y estrictas mostró que el MTA tiene un efecto antibacteriano sobre algunas bacterias facultativas y no tiene efecto sobre ninguna especie de anaerobios estrictos. Otra investigación informó la actividad antimicrobiana de los cementos a base de MTA sobre *Micrococcus luteus*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans* y *Enterococcus faecalis* (Tanomaru-Filho et al., 2007; Torabinejad et al., 1995).

**b. Bio C Sealer.** Bio-C Sealer (Angelus, Londrina, PR, Brasil) es un nuevo sellador de conductos radiculares que contiene silicatos de calcio, aluminato de calcio, óxido de calcio, óxido de circonio, óxido de hierro, dióxido de silicio y agente dispersante en su composición. Según su fabricante, este sellador tiene biocompatibilidad; bioactividad; y pH alto, radiopacidad y valores de flujo. Sin embargo, no existe ningún estudio en la literatura que evalúe el sellador Bio-C Sealer (Zordan-Bronzel et al., 2019).

Además de los beneficios de la formulación biocerámica como inducción de regeneración tisular, acción bactericida e inhibición de la infiltración bacteriana, presenta una gran ventaja con relación a los cementos obturadores tradicionales, no exigiendo manipulación. La presentación lista para uso facilita la aplicación en el conducto, simplificando este procedimiento con gran ahorro de tiempo. La jeringa de BIO-C® SEALER ha sido especialmente desarrollada para almacenar adecuadamente un material con característica biocerámica, no permitiendo el contacto del material con la humedad del ambiente. La cantidad

en cada jeringa también es una característica importante, minimizando el riesgo del endurecimiento del material dentro de la jeringa durante los usos subsiguientes. Las puntas aplicadoras permiten llevar el material hasta la región más apical del conducto, y pueden ser autoclavadas antes del uso (Zordan-Bronzel et al., 2019).

**2.1.1.3 Cementos selladores a base de hidróxido de calcio.** Tienen como finalidad además de mejorar las características biológicas, optimizar el sellado a nivel de los conductos radiculares, evitando así las posibles reinfecciones (Fermín et al., 2016).

Uno de los cementos a base de hidróxido de calcio que podemos encontrar es el Sealer 26 (Dentsply Sirona, 2020).

Este material está compuesto por un polvo y líquido (Dentsply Sirona, 2020):

- Polvo: Hidróxido de calcio, trióxido de bismuto, dióxido de titanio, hexametileno tetramina.
- Líquido: Epoxi-bisfenol.

El cemento Sealer 26 se caracteriza por poseer una buena estabilidad dimensional, alto índice de radiopacidad, excelente biocompatibilidad, facilidad de trabajo y un prolongado tiempo de manipulación. Además, a nivel periapical estimula la formación de tejidos reparativos y el poseer como parte de su composición el hidróxido de calcio, el cual posee un pH altamente alcalino de 12,4 aproximadamente, le confiere propiedades antimicrobianas muy aceptables (Dentsply Sirona, 2020).

La acción antimicrobiana y propiedades biológicas que presenta este tipo de cemento sellador se debe a la separación de los iones hidroxilo y el calcio, los cuales generan una inactivación irreversible o reversible de microorganismos anaeróbicos y aeróbicos gram negativos y positivos (Dentsply Sirona, 2020).

El Sealer 26 está indicado para la obturación final de los conductos radiculares en un tratamiento de endodoncia. Sealer 26 demora aproximadamente 12 horas en endurecer en boca,

y a temperatura ambiente de 48 a 60 horas, dando tiempo suficiente para poder realizar correcciones en el caso sea necesario (Dentsply Sirona, 2020).

Este cemento sellador con el pasar del tiempo y en ciertas condiciones puede oscurecerse, es decir sufrir cambios de color. Es por ello que su fabricante recomienda no dejar residuos de este en la cámara pulpar, ya podría afectar en la coloración natural de la pieza dentaria (Dentsply Sirona, 2020).

**2.1.1.4 Cementos selladores a base de óxido de zinc y eugenol.** Este cemento sellador es uno de los más antiguos. El óxido de zinc y eugenol forma parte de la composición de una gran cantidad de preparados debido a que posee un leve efecto de acción antimicrobiana al igual que un efecto de protección celular. Uno de los cementos endodónticos más usados en clínica de este tipo es el Endoseal (Pérez et al., 2014).

Endoseal es radiopaco y no reabsorbible. Su composición es bien tolerada por los tejidos y proporciona una acción antiinflamatoria, antiséptica y germicida (Medicalexpo, 2022).

Compuesta de polvo que contiene Óxido de Zinc, Sulfato de Bario, Yoduro de Timol y Magnesio Stearate; y también contiene un líquido a base de Eugenol y excipientes. Las indicaciones de uso que da el fabricante, se basan en mezclar cuidadosamente durante aproximadamente durante 45-60 segundos, una cucharada de polvo y cinco gotas de líquido para obtener una mezcla espesa, que se puede introducir fácilmente en el canal con un adecuado relleno de canal radicular, o en conjunción con acrílico o punto de gutapercha. El tiempo de fraguado neto es de 45-60 minutos desde el inicio de la mezcla (Medicalexpo, 2022).

### **2.1.2 *Candida albicans***

*Candida albicans* suele presentarse como una célula oval levaduriforme de 2 a 4 micras, con paredes finas; sin embargo, en tejidos infectados también se han identificado formas filamentosas de longitud variable, con extremos redondos de 3 a 5 micras de diámetro y

seudohifas, que son células alargadas de levadura que permanecen unidas entre sí (Pardi y Cardozo, 2002).

Normalmente es inofensiva en el hospedero sano, pero su patogenicidad se dispara en el hospedero inmunocomprometido. Aunque la invasión inicial depende de los mecanismos inmunes del hospedero, *C. albicans* posee características intrínsecas que promueven su habilidad de causar enfermedad (Panizo y Reviákina, 2001).

**2.1.2.1 Candida albicans en las endodoncias.** La levadura *C. albicans* es más grande que las bacterias y puede colonizar los túbulos dentinarios a profundidades de aproximadamente 150  $\mu\text{m}$  y tiene la capacidad para formar biopelículas incluso en condiciones de escasez de nutrientes como los que se encuentran en conductos radiculares limpios y obturados. Es una de las especies fúngicas encontradas con mayor frecuencia en endodoncias de dientes tratados con lesiones perirradiculares (Sen et al., 1997).

Varios factores y actividades han sido reconocidas para contribuir el potencial patógeno de este hongo. Entre ellos, secreción de enzima hidrolítica, molécula que provoca adhesión y ataque a la célula huésped, mutación de levadura a hifa, la formación de biopelículas y el cambio fenotípico son considerado el factor de virulencia de este hongo (Siqueira et al., 2003).

*Candida albicans* tiene el potencial de cambiar el estado hidrofílico de su superficie celular al hidrofóbico; y además poseer proteinasas ácidas en la capa más externa de su pared celular, aumentando su adhesión a la superficie dentaria; su supervivencia post tratamiento de endodoncia se debe a que este hongo invade los túbulos dentinarios y es dentinofílico, sobreviviendo a los métodos de desinfección intraconducto (Bernal-Treviño et al., 2018).

La *Candida albicans* es capaz de adaptarse a condiciones adversas del ambiente endodóntico, incluso en un medio escaso de nutrientes como el conducto radicular luego de la desinfección y conformación del mismo, además es capaz de crear persistencia en un medio alcalino, en ese sentido, se ha reportado que este hongo es resistente a los medicamentos

intraconducto de uso común. Aunque este microorganismo se desarrolla perfectamente en un ambiente aerobio, se ha reportado que también es capaz de adaptarse y formar biofilms en un medio anaerobio (Moazami et al., 2020).

Dentro de los mecanismos de virulencia de la *Candida albicans* se atribuye como factor predominante su capacidad por formar biofilms altamente estructurados, un biofilm está constituido por un conjunto de microorganismos formados en comunidad y adheridos a una superficie rodeada de una matriz extracelular, esta característica le confiere su capacidad de crear resistencia antes los agentes químicos y físicos aplicados durante el tratamiento endodóntico (Esteki et al., 2021).

Otro mecanismo de virulencia atribuida a la *Candida albicans* es su capacidad de sintetizar enzimas hidrolíticas, las cuales producen alteraciones a los tejidos perirradiculares, entre ellas tenemos a la aspartil-proteínasa, aminopeptidasas, colagenasas, glucosaminidasas, hialuronidasa, condroitin sulfatasa y fosfatasa alcalina, los cuales tienen la capacidad de generar degradación de las proteínas de la matriz extracelular, y generar efectos colagenolíticos en la dentina (Pereira et al., 2018).

Los hongos pueden desarrollarse independientes o en comunidad con las bacterias del conducto radicular, sin embargo, al interactuar ambos microorganismos puede resultar en el incremento de su virulencia, provocando un ambiente ecológico resistente a los tratamientos endodónticos convencionales, es así que se estableció la relación existente entre bacterias y hongos en infecciones primarias del conducto radicular, en dicha investigación confirmaron la correlación del microbioma y bacterioma infeccioso del conducto radicular en relación a la presencia de bacterias y hongos de tipo acidogénicos, sin embargo, no pudieron precisar si ello afecta el éxito del tratamiento endodóntico (Persoon et al., 2017).

### **2.1.3 *Staphylococcus aureus***

Los estafilococos han sido reconocidos durante mucho tiempo como constituyentes de la flora bucal; sin embargo, su papel en la salud y la enfermedad bucodental sigue siendo polémico. Se reportan tasas de aislamiento notificadas para *Staphylococcus aureus* que varían con la población estudiada, de 24%-84% en adultos sanos con cavidades orales dentadas y una incidencia de 48% entre la población que usa dentaduras postizas. Además, varias infecciones orales distintas entre ellas queilitis angular, parotiditis, mucositis estafilocócica son causados por este microorganismo. Más recientemente, también se ha sugerido que *S. aureus* puede tener un papel en el fracaso de los implantes dentales (McCormack et al., 2015).

Además, ahora hay un creciente cuerpo de evidencia que sugiere que los estafilococos pueden aislarse con frecuencia de la cavidad oral de grupos particulares de pacientes, como niños, ancianos y algunos grupos con enfermedades sistémicas, como los enfermos terminales, artritis reumatoide y pacientes con neoplasias hematológicas (Smith et al., 2003).

### III. MÉTODO

#### 3.1. Tipo de investigación

Experimental, longitudinal, comparativo, prospectivo.

#### 3.2. Ámbito temporal y espacial

Laboratorio de Análisis de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, en diciembre del 2022.

#### 3.3. Variables

##### *Variable Dependiente*

Efecto antimicrobiano: halos de inhibición de cementos endodónticos sobre hongos y bacterias.

##### *Variable Independiente*

Cementos selladores endodónticos

##### *Operacionalización de Variables*

<b>Variab</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Definición</b>	<b>Indicador</b>	<b>Escala</b>	<b>Valores</b>
<b>Efecto antimicrobiano</b>	Actividad antifúngica	Capacidad que presenta una sustancia o fármaco para inhibir y/o producir la muerte de hongos.	Medición del halo de inhibición.	Razón	0-X mm

Actividad	Capacidad	Medición	Razón	0-X mm
antibacteriana	que presenta una sustancia o fármaco para inhibir y/o producir la muerte de bacterias	del halo de inhibición.		
<b>Cementos</b>	-	Materiales	Tipo de Nominal	- Cemento a
<b>Selladores endodónticos</b>		de obturación con actividad antibiofilm.	cemento endodóntico	base de óxido de zinc-eugenol (Endoseal)
				- Cemento a base de hidróxido de calcio (Sealer 26)
				- Cemento a base de biocerámico (Bio-C sealer)

### 3.4. Población y muestra

La muestra para la evaluación fue constituida según la fórmula para comparar medias y con datos del estudio previo de Rathod et al. (2020).

$$n = \frac{(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 \cdot (s_1^2 + s_2^2)}{d^2}$$

Donde:

$\alpha$  = Probabilidad de cometer un error tipo I

$\beta$  = Probabilidad de cometer un error tipo II

$$Z_{\alpha} = 1,96 \text{ (95\%)}$$

$$Z_{\beta} = 1,28 \text{ (90\%)}$$

s = desviación estándar

d = diferencia

$$n = \frac{(1,96 + 1,28)^2 \cdot ((1,11)^2 + (0,87)^2)}{(18,99 - 17,91)^2}$$

$$n = \frac{(3,24)^2 \cdot (1,989)}{(1,08)^2}$$

$$n = 17,9$$

Por lo tanto, se evaluaron 18 halos de inhibición.

### ***Criterios de selección***

**Criterios de inclusión.** Son los cultivos estériles.

**Criterios de exclusión.** Son los siguientes:

- Cultivos cuyo control negativo presente algún efecto.
- Cultivos contaminados con otros microorganismos que no sean objetivo del

estudio.

### **3.5. Instrumentos**

- Ficha de recolección de datos (Anexo A)
- Vernier digital® Caliper Model: DC-515 procedencia China y calibrado.

### 3.6. Procedimientos

#### *Fase pre analítica*

**Preparación de materiales.** Las placas Petri se envolvieron en papel craft y se esterilizaron por calor seco en una estufa a 180°C por 2 horas.

- Las puntas para las micropipetas, los viales de vidrio y los tubos con tapa rosca se esterilizaron con calor húmedo en autoclave a 121°C y 15 lb/pg<sup>2</sup> durante 15 minutos.

**Preparación de los medios de cultivo.** Se preparó 20mL de caldo Sabouraud según las instrucciones del fabricante (30 gramos para 1 litro de agua destilada) en dos tubos de ensayo y se esterilizó en autoclave.

- Se preparó 100mL de agar Sabouraud según las instrucciones del fabricante (65.0 gramos para 1 litro de agua destilada) en un frasco de vidrio y se esterilizó en autoclave. El agar ya esterilizado se enfrió en baño María a 45-50°C y se vertió en placas Petri estériles.

- Se preparó 20mL de caldo TSB según las instrucciones del fabricante (30 gramos para 1 litro de agua destilada) en dos tubos de ensayo y se esterilizó en autoclave.

- Se preparó 100mL de agar TSA según las instrucciones del fabricante (40.0 gramos para 1 litro de agua destilada) en un frasco de vidrio y se esterilizó en autoclave. El agar ya esterilizado se enfrió en baño María a 45-50°C y se vertió en placas Petri estériles.

- Se preparó 3.2 L de agar Mueller Hinton en un frasco de vidrio de acuerdo con las instrucciones del fabricante (34 gramos para 1 litro de agua destilada). Se autoclavó el agar a 121°C y 15 lb/pg<sup>2</sup> durante 15 minutos. Inmediatamente después de autoclavar se llevó a Baño María a 45 - 50oC. Una vez temperado se vertió el preparado fresco y tibio a placas Petri de vidrio estériles, para dar un fondo uniforme de aproximadamente 4 mm, esto corresponde a 25-30 ml para placas de 90 mm de diámetro. El agar ya plaqueado se dejó solidificar a temperatura ambiente. El pH de cada lote de agar Mueller Hinton debe tener un pH entre 7,0-7,6. Esta

medición puede realizarse sumergiendo el bulbo del electrodo del potenciómetro en el agar antes de autoclavar.

- Se preparó 100mL de suero fisiológico estéril, para ello se pesó 900 mg de cloruro de sodio grado bacteriológico y se completó con agua destilada hasta un volumen de 10mL, se esterilizó en autoclave. Luego se añadió volúmenes de 10mL a 2 tubos estériles.

**Activación de la cepa.** Las cepas se encontraban refrigeradas entre 4-8°C en placas con agar Sabouraud y agar TSA.

- Para cada cepa se tomó una colonia con el asa bacteriológica y se sembró en tubos con caldo Sabouraud estéril y se llevó a la incubadora a 37°C por 24 horas.

- La turbidez demostró el crecimiento de las cepas. Se sembró del caldo Sabouraud y TSB a placas con agar Sabouraud y TSA respectivamente. Se llevó a la incubadora a 37°C por 24 horas.

**Preparación de la muestra.** Las muestras fueron distribuidas de la siguiente manera

- Grupo A: Fluconazol, aplicado directamente.
- Grupo B: Control de suero fisiológico, aplicado directamente.
- Grupo C: Cemento Endoseal, se prepara 1 cuchara dosificadora de polvo con 5 gotas de líquido luego se mezcla durante 45 segundos y se carga en jeringa.
- Grupo D: Cemento Sealer 26, se prepara 3 partes de polvo con 1 parte de resina luego se mezcla durante 45 segundos y se carga en jeringa.
- Grupo E: Cemento C Sealer, aplicado directamente.
- Grupo F: Clorhexidina, aplicado directamente.

### ***Fase analítica***

**Preparación del inóculo.** A partir de colonias puras de los microorganismos *Candida albicans* ATCC 10231 y *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 se tomó una cierta cantidad de colonias y se diluyó en tubos de ensayo conteniendo 10 mL de suero fisiológico estéril (cloruro de sodio 0.9%) de tal manera que las soluciones resultantes tuvieron una turbidez correspondiente al tubo N°1 de la escala de MacFarland (escala turbidimétrica que consiste en una serie de tubos con turbidez creciente que permite hallar la concentración aproximada de una solución bacteriana) el cual corresponde a una concentración de  $3 \times 10^8$  ufc/mL.

- A partir de estas últimas soluciones se realizó diluciones de 1 en 3, para ello de estas soluciones preparadas se tomó 3 mL y se diluyeron a un volumen total de 9 mL con suero fisiológico en tubos con tapa rosca, todos los materiales usados deben ser estériles y también el área de trabajo. Las soluciones resultantes tuvieron una concentración de  $1 \times 10^8$  ufc/mL.

**Inoculación de las placas.** Se agregó 100 uL de los inóculos bacterianos preparados ( $1 \times 10^8$  ufc/mL) a 36 placas con agar Mueller Hinton por cada cepa y con la ayuda de una espátula de Drigalsky se esparcieron los inóculos por todas las placas de tal manera que se obtenga un crecimiento homogéneo, para lo cual se deslizó el asa en la placa en forma paralela y bien compacta abarcando toda la superficie de la misma. Luego se repitió el procedimiento rotando la placa  $60^\circ$  en dos oportunidades más.

- Deben extremarse los cuidados en sembrar las placas de borde a borde, porque de lo contrario puede haber problemas en la realización de las lecturas. Se dejó secar 3 a 5 minutos antes de hacer los pocillos.

**Formación de los pocillos.** Se esterilizó el sacabocado con alcohol y se flameó en el mechero, luego con mucho cuidado se hizo los pocillos, se hizo tres por cada placa.

-Los pocillos deben estar a más de 15 mm del borde de la placa y deben distribuirse de tal manera que no haya superposición de los halos de inhibición.

**Sembrado de las muestras y controles.** Para ello se usó 72 placas para 3 cementos selladores, 1 control positivo y un control negativo, 36 placas para cada cepa. En total 3 y 2 pocillos por placa para la distribución de los grupos según lo indicado.

- Los controles negativos (suero fisiológico) y positivos (fluconazol y clorhexidina) se sembraron añadiendo 40uL en un pocillo por cada placa Petri.

**Incubación.** Las 72 placas de las muestras y los controles se dejaron en reposos por 15 minutos y luego se llevaron a una incubadora a 37°C durante 24 y 48 horas.

#### ***Fase post analítica***

Después de 24 y 48 horas de incubación, cada placa fue examinada. Las zonas de inhibición resultantes deben ser uniformemente circulares en una capa homogénea de crecimiento bacteriano. Los diámetros de la zona de inhibición completa se midieron en milímetros pasando por el centro de cada pocillo. La medición se realizó por triplicado para cada pocillo. Los valores de las mediciones por triplicado se promediaron y se redondearon para reportarlo como un número natural.

### **3.7. Análisis de datos**

Se creó una base de datos en el programa Microsoft Excel para que luego sean procesadas en el paquete estadístico SPSS V. 26.0. Dependiendo de la normalidad de los datos (Prueba de Shapiro Wilk), se utilizaron la prueba de T de student para muestras relacionadas, Wilcoxon, Kruskal-Wallis con su prueba posthoc de Bonferroni. Se consideró un nivel de significancia  $<0,05$ .

Los resultados se presentaron en tablas y figuras.

### **3.8. Consideraciones éticas**

En la actual investigación se utilizaron cepas bacterianas y fúngicas, así como varios medios de cultivo; donde se cumplieron las normativas éticas de buenas prácticas de laboratorio y de bioseguridad tanto dentro como fuera de los ambientes donde se realizó los experimentos, establecidas en la Declaración de Helsinki.

No existió conflicto de intereses debido a que los materiales y equipos son brindados por el Laboratorio y sus resultados son exactos y confiables según los lineamientos de la ISO /IEC 17025 y las Buenas Prácticas de Laboratorio (BPL), manteniendo confidencialidad e imparcialidad de los resultados.

#### IV. RESULTADOS

En esta investigación realizada sobre cepas de *Candida albicans* ATCC 10231 y cepas de *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, se evaluó el efecto antimicrobiano de cementos endodónticos a base de óxido de zinc y eugenol, hidróxido de calcio y biocerámico.

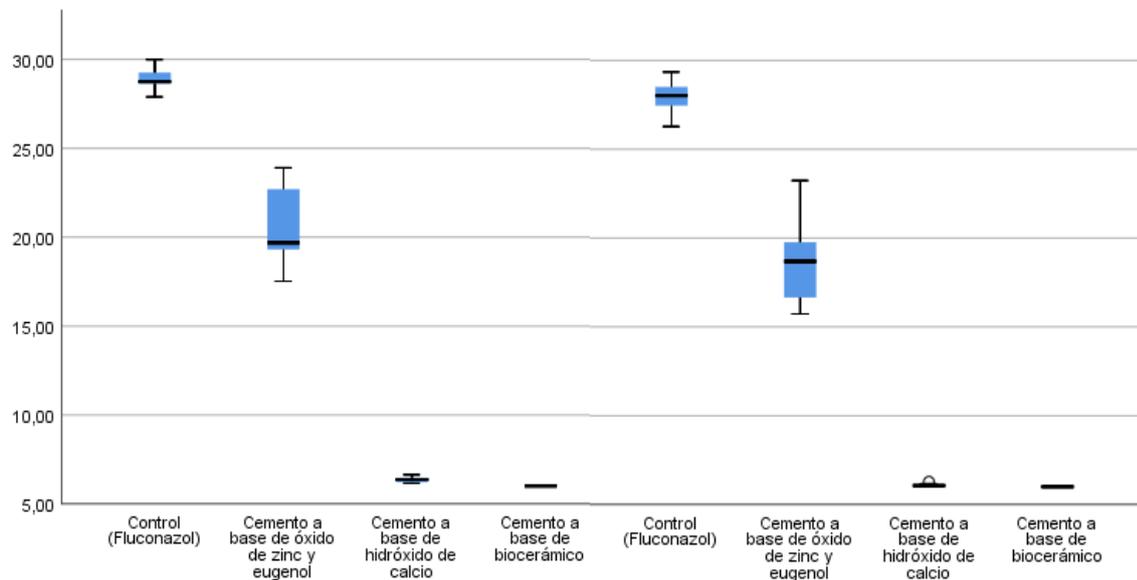
**Tabla 1**

*Halos inhibitorios de los cementos a base de óxido de zinc y eugenol, hidróxido de calcio y biocerámico frente a Candida albicans ATCC 10231 a las 24 y 48 horas.*

	Halo de inhibición a las 24 horas					Halo de inhibición a las 48 horas					Valor p
	n	Mínimo	Máximo	x	D.E.	n	Mínimo	Máximo	x	D.E.	
Control (Fluconazol)	18	27,90	29,99	28,86	0,59	18	26,28	29,35	27,92	0,86	<0,001*
Cemento a base de óxido de zinc y eugenol	18	17,53	23,91	20,69	2,11	18	15,73	23,24	18,80	2,27	<0,001**
Cemento a base de hidróxido de calcio	18	6,19	6,64	6,37	0,15	18	6,00	6,29	6,08	0,07	<0,001**
Cemento a base de biocerámico	18	6,00	6,00	6,00	0,00	18	6,00	6,00	6,00	0,00	-

**Figura 1**

*Halos inhibitorios de los cementos a base de óxido de zinc y eugenol, hidróxido de calcio y biocerámico frente a Candida albicans ATCC 10231 a las 24 y 48 horas*



*Nota.* En la tabla 1 y figura 1 podemos observar que a las 24 horas el fluconazol presentó un halo de inhibición contra la *Candida albicans* de  $28,86 \pm 0,59$ ; el cemento a base de óxido de zinc y eugenol presentó un halo de inhibición de  $20,69 \pm 2,11$ ; el cemento a base de hidróxido de calcio presentó un halo de inhibición de  $6,37 \pm 0,15$  y el cemento a base de biocerámico no presentó un halo de inhibición. Por otro lado, a las 48 horas el fluconazol presentó un halo de inhibición contra la *Candida albicans* de  $27,92 \pm 0,86$ ; el cemento a base de óxido de zinc y eugenol presentó un halo de inhibición de  $18,80 \pm 2,27$ ; el cemento a base de hidróxido de calcio presentó un halo de inhibición de  $6,08 \pm 0,07$  y el cemento a base de biocerámico no presentó un halo de inhibición. Al realizar la comparación entre las 24 y 48 horas de cada sustancia experimental se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,001$ ). Se empleó las siguientes pruebas: Prueba T de Student para muestras relacionadas y la Prueba de Wilcoxon.

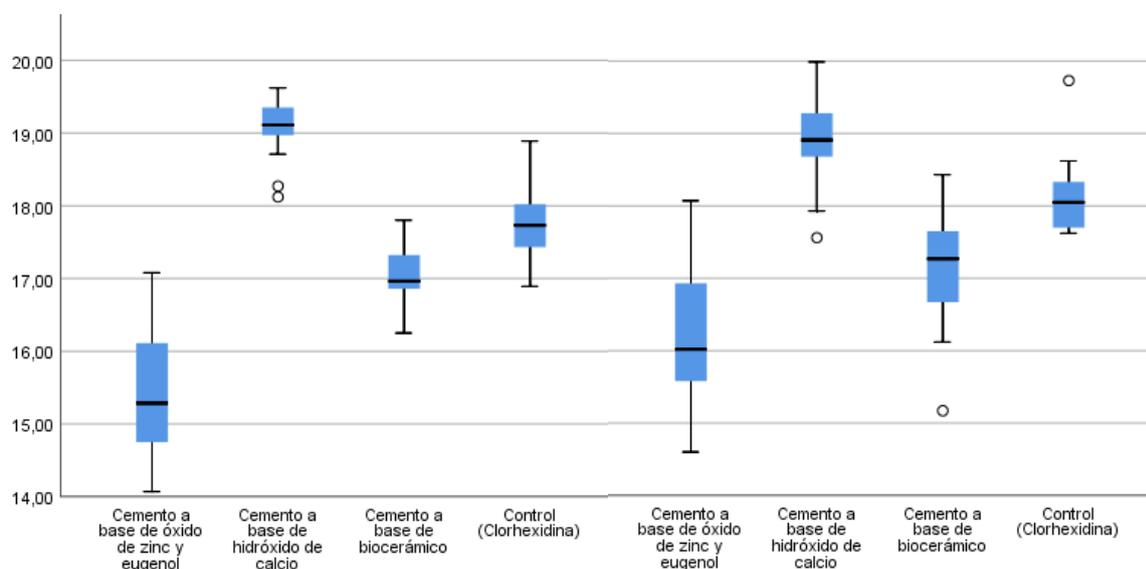
**Tabla 2**

*Halos inhibitorios de los cementos a base de óxido de zinc y eugenol, hidróxido de calcio y biocerámico frente a Staphylococcus aureus ATCC 6538 a las 24 y 48 horas.*

	Halo de inhibición a las 24 horas					Halo de inhibición a las 48 horas					Valor p*
	N	Mínimo	Máximo	x	D.E.	n	Mínimo	Máximo	x	D.E.	
Cemento a base de óxido de zinc eugenol	18	14,07	17,08	15,38	0,80	18	15,17	13,60	17,07	0,86	0,001*
Cemento a base de hidróxido de calcio	18	18,12	19,62	19,07	0,40	18	17,89	16,56	18,99	0,65	<0,001*
Cemento a base de biocerámico	18	16,25	17,80	17,07	0,40	18	16,18	14,17	17,43	0,83	<0,001*
Control (Clorhexidina)	18	16,89	18,89	17,75	0,54	18	17,10	16,62	18,73	0,50	<0,001**

**Figura 02**

*Halos inhibitorios de los cementos a base de óxido de zinc y eugenol, hidróxido de calcio y biocerámico frente a Staphylococcus aureus ATCC 6538 a las 24 y 48 horas*



*Nota.* En la tabla 2 y figura 2 podemos observar que a las 24 horas la clorhexidina presentó un halo de inhibición contra la *Staphylococcus aureus* de  $17,75 \pm 0,54$ ; el cemento a base de óxido de zinc y eugenol presentó un halo de inhibición de  $15,38 \pm 0,80$ ; el cemento a base de hidróxido de calcio presentó un halo de inhibición de  $19,07 \pm 0,40$  y el cemento a base de biocerámico presentó un halo de inhibición de  $17,07 \pm 0,40$ . Por otro lado, a las 48 horas la clorhexidina presentó un halo de inhibición contra el *Staphylococcus aureus* de  $18,73 \pm 0,50$ ; el cemento a base de óxido de zinc y eugenol presentó un halo de inhibición de  $17,07 \pm 0,86$ ; el cemento a base de hidróxido de calcio presentó un halo de inhibición de  $18,99 \pm 0,65$  y el cemento a base de biocerámico presentó un halo de inhibición de  $17,43 \pm 0,83$ . Al realizar la comparación entre las 24 y 48 horas de cada sustancia experimental se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,001$ ).

**Tabla 03**

*Comparación múltiple del efecto antimicrobiano de cementos selladores endodónticos frente a Candida albicans ATCC 10231 a las 24 horas y 48 horas.*

				Valor p	Control (Fluconazol )	Cemento a base de óxido de zinc y eugenol	Cemento a base de hidróxid o de calcio	Cemento a base de biocerám ico
	x	D. E.						
Halo de inhibición a las 24 horas	Control (Fluconazol)	28,8 6	0,5 9	<0,001*		0,056**	<0,001* *	-
	Cemento a base de óxido de zinc y eugenol	20,6 9	2,1 1				0,056**	-
	Cemento a base de hidróxido de calcio	6,37	0,1 5					-
	Cemento a base de biocerámico	6,00	0,0 0					

Halo de inhibición a las 48 horas	Control (Fluconazol)	27,9 2	0,8 6	<0,00 1*	0,055**	<0,001*	-
	Cemento a base de óxido de zinc y eugenol	18,8 0	2,2 7			0,035**	-
	Cemento a base de hidróxido de calcio	6,08	0,0 7				-
	Cemento a base de biocerámico	6,00	0,0 0				

*Nota.* En la tabla 03 al comparar el efecto antimicrobiano de las sustancias experimentales frente a *Candida albicans* a las 24 horas se obtiene diferencias estadísticamente significativas entre el control (fluconazol) y el cemento a base de hidróxido de calcio ( $p < 0,001$ ) presentando un mayor promedio en el control (fluconazol), y no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el control (fluconazol) y el cemento de óxido de zinc y eugenol ( $p = 0,056$ ); y entre el cemento a base de óxido de zinc y eugenol y el hidróxido de calcio ( $p = 0,056$ ). Por otro lado, al comparar el efecto antimicrobiano de las sustancias experimentales frente a *Candida albicans* a las 48 horas se obtiene diferencias estadísticamente significativas entre el control (fluconazol) y el cemento a base de hidróxido de calcio ( $p < 0,001$ ) presentando un mayor promedio en el control (fluconazol) y entre el cemento a base de óxido de zinc y eugenol y el hidróxido de calcio ( $p = 0,035$ ) presentando un mayor promedio en el cemento a base de óxido de zinc y eugenol; y no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el control (fluconazol) y el cemento de óxido de zinc y eugenol ( $p = 0,055$ ). Se utilizaron la prueba de Kruskal-Wallis y la prueba de post hoc de Bonferroni.

**Tabla 04**

*Comparación múltiple del efecto antimicrobiano de cementos selladores endodónticos frente a Staphylococcus aureus ATCC 6538 a las 24 y 48 horas.*

		x	D.E.	Valor p	Cemento a base de óxido de zinc y eugenol	Cemento a base de hidróxido de calcio	Cemento a base de biocerámico	Control (Clorhexidina)
Halo de inhibición a las 24 horas	Cemento a base de óxido de zinc eugenol	15,3	0,8	<0,001*		<0,001**	0,031**	<0,001**
	Cemento a base de hidróxido de calcio	19,0	0,4					
	Cemento a base de biocerámico	17,0	0,4					
	Control (Clorhexidina)	17,7	0,5					
Halo de inhibición a las 48 horas	Cemento a base de óxido de zinc eugenol	17,0	0,8	<0,001**		<0,001**	0,279**	<0,001**
	Cemento a base de hidróxido de calcio	18,9	0,6					
	Cemento a base de biocerámico	17,4	0,8					
	Control (Clorhexidina)	18,7	0,5					

*Nota.* En la tabla 04 al comparar el efecto antimicrobiano de las sustancias experimentales frente a *Staphylococcus aureus* a las 24 horas se obtiene diferencias estadísticamente significativas entre el cemento a base de óxido de zinc-eugenol y el cemento a base de hidróxido de calcio ( $p < 0,001$ ) presentando un mayor promedio en el cemento a base de hidróxido de calcio; entre el cemento a base de óxido de zinc-eugenol y el cemento a base de biocerámico ( $p = 0,031$ ) presentando un mayor promedio en el cemento a base de biocerámico; entre el cemento a base de óxido de zinc-eugenol y el control (clorhexidina) ( $p < 0,001$ ) presentando un mayor promedio en el control (clorhexidina); entre el cemento a base de hidróxido de calcio y el cemento a base de biocerámico ( $p < 0,001$ ) presentando un mayor promedio en el cemento a base de hidróxido de calcio; entre el cemento a base de hidróxido de calcio y el control (clorhexidina) ( $p = 0,030$ ) presentando un mayor promedio en el cemento a base de hidróxido de calcio. Por otro lado, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el cemento a base de biocerámico y el control (clorhexidina) ( $p = 0,290$ ).

Por otro lado al comparar el efecto antimicrobiano de las sustancias experimentales frente a *Staphylococcus aureus* a las 48 horas se obtiene diferencias estadísticamente significativas entre el cemento a base de óxido de zinc-eugenol y el cemento a base de hidróxido de calcio ( $p < 0,001$ ) presentando un mayor promedio en el cemento a base de hidróxido de calcio; entre el cemento a base de óxido de zinc-eugenol y el control (clorhexidina) ( $p < 0,001$ ) presentando un mayor promedio en el control (clorhexidina); entre el cemento a base de hidróxido de calcio y el cemento a base de biocerámico ( $p < 0,001$ ) presentando un mayor promedio en el cemento a base de hidróxido de calcio. Por otro lado, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el cemento a base de óxido de zinc-eugenol y el cemento a base de biocerámico ( $p = 0,279$ ); entre el cemento a base de hidróxido de calcio y el control (clorhexidina) ( $p = 0,284$ ); el cemento a base de biocerámico y el control (clorhexidina) ( $p = 0,061$ )

## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el presente trabajo de investigación se tuvo como objetivo evaluar efecto antimicrobiano de cementos selladores endodónticos frente a *Candida albicans* ATCC 10231 y *Staphylococcus aureus* ATCC 6538.

En los resultados sobre el diámetro del halo inhibitorio del cemento a base de óxido de zinc y eugenol, hidróxido de calcio y biocerámico frente a *Candida albicans* ATCC 10231, se encontró a las 24 horas mayores promedios en el fluconazol ( $28,86 \pm 0,59$  mm) y el cemento a base de óxido de zinc ( $20,69 \pm 2,11$  mm), resultado que coincide con Rathod et al. (2020) cuyos resultados mostraron mayor promedio en el fluconazol ( $34,91 \pm 0,87$  mm). Esto indica que el fluconazol sigue siendo el gold estándar contra la *Candida albicans*. Por otro lado, en las evaluaciones a las 48 horas nuestros resultados mostraron como el cemento con más efectividad antimicrobiano al cemento a base de óxido de zinc-eugenol ( $18,80 \pm 2,27$  mm) y al de menor efectividad al cemento a base de hidróxido de calcio ( $6,08 \pm 0,07$  mm); estos resultados coincide con Chambilla y Sánchez (2021) que obtuvieron un mayor promedio en el cemento a base de óxido de zinc-eugenol ( $21,96 \pm 1,19$  mm) y además el cemento que obtuvo menor efectividad fue el que era a base de hidróxido de calcio ( $5,64 \pm 0,28$ ); lo cual vuelve a confirmar la efectividad de estos cementos contra la *Candida albicans*.

En los resultados sobre el diámetro del halo inhibitorio del cemento a base de óxido de zinc y eugenol, hidróxido de calcio y biocerámico frente a *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 se encontró a las 24 horas halos de inhibición mayores en el cemento a base de hidróxido de calcio ( $19,07 \pm 0,40$  mm), en el control (clorhexidina) ( $17,75 \pm 0,54$  mm) y el halo de inhibición más bajo fue en el cemento a base de óxido de zinc-eugenol ( $15,38 \pm 0,80$  mm). Nuestros resultados coinciden con Tanomaru-Filho et al. (2007) quien encontró mayor halo inhibición en el cemento a base de hidróxido de calcio sin eugenol (25,5 mm), en segundo lugar, cemento a base de hidróxido de calcio Sealer 26(21,5 mm) y el cemento a base de silicato tricálcico

(20.5mm), lo cual vuelve a confirmar la efectividad de estos cementos contra el *Staphylococcus aureus*.

En la comparación entre sustancias experimentales sobre la *Candida albicans* ATCC 10231 a las 24 horas encontramos diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,001$ ). Resultado que coinciden con lo encontrado por Rathod et al (2020). Además, al realizar las comparaciones múltiples en nuestros resultados encontramos que existen diferencias significativas entre el control (fluconazol) y el cemento a base de hidróxido de calcio ( $p < 0,001$ ), siendo el control (fluconazol) el que tiene mayor halo de inhibición, también este resultado coincidió con Rathod et al. (2020) quienes en sus comparaciones múltiples encontraron diferencias significativas entre el control (fluconazol) y todos los cementos endodónticos que evaluaron, permaneciendo el control (fluconazol) con mayor halo de inhibición.

En la comparación entre sustancias experimentales sobre la *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 a las 24 horas encontramos diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,001$ ). Resultado que coinciden con lo encontrado por Rathod et al (2020). Además, al realizar las comparaciones múltiples en nuestros resultados encontramos diferencias significativas en todos los cementos evaluados excepto entre el control (clorhexidina) y el cemento a base de biocerámico ( $p = 0,290$ ), este resultado discrepa con Rathod et al. (2020) quienes en sus comparaciones múltiples encontraron diferencias significativas entre el control (clorhexidina) y todos los cementos endodónticos que evaluaron.

Esta investigación es relevante porque contribuye a la literatura al difundir la actividad antimicrobiana de los distintos cementos endodónticos que existen en nuestro medio y por lo cual el profesional pueda tomar mejores decisiones para sus tratamientos por el bienestar de los pacientes.

## VI. CONCLUSIONES

- El cemento endodóntico con mayor halo de inhibición contra la *Candida albicans* ATCC 10231 a las 24 y 48 horas fue el cemento a base de óxido de zinc y eugenol.
- El cemento endodóntico con mayor halo de inhibición contra el *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 a las 24 y 48 horas fue el cemento a base de hidróxido de calcio.
- Los cementos endodónticos evaluados contra la *Candida albicans* ATCC 10231 a las 24 y 48 horas presentaron diferencias significativas.
- Los cementos endodónticos evaluados contra la *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 a las 24 y 48 presentaron diferencias significativas.

## VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar con estudios con muestras aisladas de *Candida albicans* y *Staphylococcus aureus* extraídas de pacientes.
- Se recomienda estudiar el efecto de estos cementos endodónticos sobre otros microorganismos que causen enfermedades pulpares.
- Se recomienda estudiar el efecto antimicrobiano de otros cementos endodónticos.
- Se recomienda realizar estudios con seguimiento mayor a las 48 horas.
- Se recomienda realizar estudios que evalúen la citotoxicidad de los cementos endodónticos.

## VIII. REFERENCIAS

- Asawaworarit, W., Yachor, P., Kijssamanmith, K. y Vongsavan, N. (2016). Comparison of the Apical Sealing Ability of Calcium Silicate-Based Sealer and Resin-Based Sealer Using the Fluid-Filtration Technique. *Medical principles and practice: International Journal of the Kuwait University, Health Science Centre*, 25(6), 561–565. <https://doi.org/10.1159/000450577>
- Ayatollahi, F., Tabrizzadeh, M., Sadeghi, H., Rashidian, S. y Arab, A. (2019). Evaluación del impacto de la concentración en la propiedad antifúngica del cemento CEM. *Revista Latinoamericana de Hipertensión*, 14 (5), 514-517. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=170262877001>
- Bernal-Treviño, A., González-Amaro, A. M.; Méndez, G. V. y Pozos- Guillen, A. (2018). Frecuencia de Candida en conductos radiculares de dientes con infección endodóntica primaria y persistente. *Revista Iberoamericana de Micología*, 35(2),78-82. <https://doi.org/10.1016/j.riam.2017.09.004>
- Calderón-Valencia, M. y Moromi-Nakata, H. (2014). Eficacia de diferentes agentes desinfectantes en la remoción de Candida albicans, Streptococcus mutans y Enterococcus faecalis adheridos a resina acrílica de termocurado. *Odontología Sanmarquina*, 17(2), 72-75. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/3576>
- Chambilla, T. K. y Sánchez-Tito, M. A. (2021). Efecto antimicrobiano de tres cementos selladores endodónticos frente a Streptococcus mutans, Enterococcus faecalis y Candida albicans. *International Journal Odontostomatology*, 15(3),610-615. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-381X2021000300610>
- Del Fabbro, M., Samaranayake, L. P., Lolato, A., Weinstein, T. y Taschieri, S. (2014). Analysis of the secondary endodontic lesions focusing on the extraradicular microorganisms: an

overview. *Journal of investigative and clinical dentistry*, 5(4), 245–254.  
<https://doi.org/10.1111/jicd.12045>

Dentsply Sirona. (2020).

[http://www.dencorp.com.ar/sites/default/files/CEMENTO\\_ENDODONTICO\\_SEALER\\_26\\_Intrucciones\\_de\\_Uso.pdf](http://www.dencorp.com.ar/sites/default/files/CEMENTO_ENDODONTICO_SEALER_26_Intrucciones_de_Uso.pdf)

Edrees, H. Y., Abu Zeid, S., Atta, H. M. y AlQriqri, M. A. (2019). Induction of Osteogenic Differentiation of Mesenchymal Stem Cells by Bioceramic Root Repair Material. *Materials (Basel, Switzerland)*, 12(14), 2311.  
<https://doi.org/10.3390/ma12142311>

Esteki, P., Jahromi, M. y Tahmourespour, A. (2021). In vitro antimicrobial activity of mineral trioxide aggregate, Biodentine, and calcium-enriched mixture cement against *Enterococcus faecalis*, *Streptococcus mutans*, and *Candida albicans* using the agar diffusion technique. *Dental Research Journal*, 18(1), 3.  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34084290>

Fermín, T., Olano, T., Teixeira, L., Ramos, C. y Nishiyama, C. (2016). Actividad antimicrobiana y biocompatibilidad de los cementos endodónticos a base de hidróxido de calcio. *Revista ADM*, 73 (2), 60-64.  
<https://biblat.unam.mx/es/revista/revistaadm/articulo/actividad-antimicrobiana-y-biocompatibilidad-de-los-cementosendodonticos-a-base-de-hidroxido-de-calcio>

Gomes, B. P., Pedroso, J. A., Jacinto, R. C., Vianna, M. E., Ferraz, C. C., Zaia, A. A. y de Souza-Filho, F. J. (2004). In vitro evaluation of the antimicrobial activity of five root canal sealers. *Brazilian dental journal*, 15(1), 30–35. <https://doi.org/10.1590/s0103-64402004000100006>

González, H. A. (2020). *Evaluación de la capacidad antibacteriana de dos cementos endodónticos a base de hidróxido de calcio y óxido de zinc frente a cepas de*

- Enterococcus faecalis*. Estudio in vitro. [Tesis de pregrado, Universidad Privada Norbert Wiener]. <https://hdl.handle.net/20.500.13053/4047>
- Jardine, A. P., Montagner, F., Quintana, R. M., Zaccara, I. M. y Kopper, P. (2019). Antimicrobial effect of bioceramic cements on multispecies microcosm biofilm: a confocal laser microscopy study. *Clinical oral investigations*, 23(3), 1367–1372. <https://doi.org/10.1007/s00784-018-2551-6>
- Kaur, G. y Dufour, J. M. (2012). Cell lines: Valuable tools or useless artifacts. *Spermatogenesis*, 2(1), 1–5. <https://doi.org/10.4161/spmg.19885>
- McCormack, M. G., Smith, A. J., Akram, A. N., Jackson, M., Robertson, D. y Edwards, G. (2015). Staphylococcus aureus and the oral cavity: an overlooked source of carriage and infection?. *American journal of infection control*, 43(1), 35–37. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2014.09.015>
- Medicalexpo. (2022). <https://www.medicalexpo.es/prod/prevest-denpro-limited/product-125521-964129.html>
- Moazami, F., Gholami, A., Mehrabi, V. y Ghahramani, Y. (2020). Evaluation of the antibacterial and antifungal effects of ProRoot MTA and nano-fast cement: An in vitro study. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 21(7), 760–764. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33020359/>
- Monajemzadeh, A., Ahmadi Asoor, S., Aslani, S. y Sadeghi-Nejad, B. (2017). In vitro antimicrobial effect of different root canal sealers against oral pathogens. *Current medical mycology*, 3(2), 7–12. <https://doi.org/10.18869/acadpub.cmm.3.2.7>
- Naik, R. M., Pudukalkatti, P. S. y Hattarki, S. A. (2014). Can MTA be: Miracle trioxide aggregate?. *Journal of Indian Society of Periodontology*, 18(1), 5–8. <https://doi.org/10.4103/0972-124X.128190>

- Panizo, M. M. y Reviákina, V. (2001). *Candida albicans* y su efecto patógeno sobre las mucosas. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*, 21(2), 38-45.  
[http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1315-25562001000200011&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-25562001000200011&lng=es&tlng=es)
- Pardi, G. y Cardozo, E. (2002). Algunas consideraciones sobre *Candida Albicans* como agente etiológico de candidiasis bucal. *Acta Odontológica Venezolana*, 40(1), 9-17.  
[http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0001-63652002000100003&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652002000100003&lng=es&tlng=es)
- Parirokh, M. y Torabinejad, M. (2010). Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--Part I: chemical, physical, and antibacterial properties. *Journal of endodontics*, 36(1), 16–27. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.09.006>
- Pereira, D., Seneviratne, C., Koga-Ito, C. y Samaranayake, L. (2018). Is the oral fungal pathogen *Candida albicans* a cariogen? *Oral Diseases*, 24(4), 518– 526.  
<https://doi.org/10.1111/odi.12691>
- Pérez, M. A., Guerrero, I. J. y Celis, R. L. (2014). Efecto del eugenol residual en los conductos radiculares sobre la adhesión de endopostes lumínicos prefabricados, cementados con resina compuesta. *Revista Odontológica Mexicana*, 18(1):14-8, 2014.  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-199X2014000100003&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-199X2014000100003&lng=es&tlng=es)
- Persoon, I. F., Crielaard, W. y Özok, A. R. (2017). Prevalence and nature of fungi in root canal infections: a systematic review and meta-analysis. *International Endodontic Journal*, 50(11), 1055–1066. <https://doi.org/10.1111/iej.12730>
- Prada, I., Micó-Muñoz, P., Giner-Lluesma, T., Micó-Martínez, P., Collado-Castellano, N. y Manzano-Saiz, A. (2019). Influence of microbiology on endodontic failure. Literature

- review. *Medicina oral, patologia oral y cirugia bucal*, 24(3), e364–e372.  
<https://doi.org/10.4317/medoral.22907>
- Rathod, R. K., Taide, P. D. y Dudhale, R. D. (2020). Assessment of Antimicrobial Efficacy of Bioceramic Sealer, Epiphany Self-etch Sealer, and AH-Plus Sealer against *Staphylococcus aureus* and *Candida albicans*: An *In vitro* Study. *Nigerian journal of surgery: official publication of the Nigerian Surgical Research Society*, 26(2), 104–109. [https://doi.org/10.4103/njs.NJS\\_60\\_19](https://doi.org/10.4103/njs.NJS_60_19)
- Sen, B. H., Safavi, K. E. y Spångberg, L. S. (1997). Growth patterns of *Candida albicans* in relation to radicular dentin. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics*, 84(1), 68–73. [https://doi.org/10.1016/s1079-2104\(97\)90298-5](https://doi.org/10.1016/s1079-2104(97)90298-5)
- Siqueira, J. F., Jr, Rôças, I. N., Lopes, H. P., Magalhães, F. A. y de Uzeda, M. (2003). Elimination of *Candida albicans* infection of the radicular dentin by intracanal medications. *Journal of endodontics*, 29(8), 501–504.  
<https://doi.org/10.1097/00004770-200308000-00003>
- Smith, A., Robertson, D. y Tang, M. (2003). *Staphylococcus aureus* en la cavidad oral: un análisis retrospectivo de tres años de datos de laboratorio clínico. *British dental journal*, 195(12), 701–694. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4810832>
- Tanomaru-Filho, M., Tanomaru, J. M., Barros, D. B., Watanabe, E. y Ito, I. Y. (2007). In vitro antimicrobial activity of endodontic sealers, MTA-based cements and Portland cement. *Journal of oral science*, 49(1), 41–45. <https://doi.org/10.2334/josnurd.49.41>
- Torabinejad, M., Hong, C. U., Pitt Ford, T. R. y Kettering, J. D. (1995). Antibacterial effects of some root end filling materials. *Journal of endodontics*, 21(8), 403–406.  
[https://doi.org/10.1016/s0099-2399\(06\)80824-1](https://doi.org/10.1016/s0099-2399(06)80824-1)

- Wang, Z., Shen, Y. y Haapasalo, M. (2014). Dental materials with antibiofilm properties. *Dental materials: official publication of the Academy of Dental Materials*, 30(2), e1–e16. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2013.12.001>
- Wang, Z. (2015). Bioceramic materials in endodontics. *Endodontic Topics*, 32, 3–30. <https://doi.org/10.1111/etp.12075>
- Waltimo, T. M. T., Haapasalo, M., Zehnder, M. y Meyer, J. (2004). Clinical aspects related to endodontic yeast infections. *Endodontic Topics*, 9(1), 66–78. <https://doi.org/10.1111/j.1601-1546.2004.00086.x>
- Weiss, E. I., Shalhav, M. y Fuss, Z. (1996). Assessment of antibacterial activity of endodontic sealers by a direct contact test. *Endodontics and dental traumatology*, 12(4), 179–184. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.1996.tb00511.x>
- Zordan-Bronzel, C. L., Esteves Torres, F. F., Tanomaru-Filho, M., Chávez-Andrade, G. M., Bosso-Martelo, R. y Guerreiro-Tanomaru, J. M. (2019). Evaluation of Physicochemical Properties of a New Calcium Silicate-based Sealer, Bio-C Sealer. *Journal of endodontics*, 45(10), 1248–1252. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2019.07.006>

## IX. ANEXOS

## Anexo A: Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	VARIABLES	Metodología
¿Cuál es el efecto antimicrobiano in vitro de cementos selladores endodónticos sobre <i>Candida albicans</i> ATCC 10231 y <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538?	<p><b>Objetivo general</b></p> <p>Evaluar el efecto antimicrobiano in vitro de cementos selladores endodónticos frente a <i>Candida albicans</i> ATCC 10231 y <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538. Lima-Perú, 2022.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>- Determinar el diámetro del halo inhibitorio del cemento a base de óxido de zinc y eugenol, hidróxido de calcio y biocerámico frente a <i>Candida albicans</i> ATCC 10231 a las 24 y 48 horas. Lima-Perú, 2022.</p> <p>- Determinar el diámetro del halo inhibitorio del cemento a base de óxido de zinc y eugenol, hidróxido de calcio y biocerámico frente a <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538 a las 24 y 48</p>	El efecto antimicrobiano de cementos selladores endodónticos influye significativamente sobre <i>Candida albicans</i> ATCC 10231 y <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538 -Lima-Perú, 2022.	<p><b>Variable Dependiente</b></p> <p>Efecto antimicrobiano: halos de inhibición de cementos endodónticos sobre hongos y bacterias.</p> <p><b>Variable Independiente</b></p> <p>Cementos selladores endodónticos</p>	<p><b>Tipo de investigación</b></p> <p>Experimental, longitudinal, comparativo</p> <p><b>Ámbito temporal y espacial</b></p> <p>Laboratorio de Análisis de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, en diciembre del 2022.</p> <p><b>Población y Muestra</b></p> <p>La muestra fue de 18 halos de inhibición por grupo experimental.</p>

	<p>horas. Lima-Perú, 2022.</p> <p>- Comparar el efecto antimicrobiano de cementos selladores endodónticos frente a <i>Candida albicans</i> ATCC 10231 a las 24 y 48 horas. Lima-Perú, 2022.</p> <p>- Comparar el efecto antimicrobiano de cementos sellados endodónticos frente a <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538 a las 24 y 48 horas. Lima-Perú, 2022.</p>			
--	--	--	--	--

**Anexo B: Ficha de recolección de datos**

<b>EFFECTO ANTIMICROBIANO DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS SOBRE CANDIDA ALBICANS ATCC 10231</b>			
<b>N</b>	<b>LONGITUD DEL HALO DE INHIBICIÓN (mm)</b>		
	<b>Endoseal</b>	<b>Sealer 26</b>	<b>Bio-C sealer</b>
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			

## Anexo C: Carta de presentación



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

**FACULTAD DE  
ODONTOLOGÍA**

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

**OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO**

Pueblo Libre, 28 de noviembre de 2022

**Doctor**

**EDUARDO FLORES JUARÉZ**  
**DECANO - FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**

**ATENCIÓN: CENTRO DE CONTROL ANALÍTICO (CCA) – CENPROFARMA**  
**Q.F. PAUL IVAN GUTIERREZ ELESCANO**

**Presente .-**

De mi especial consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a usted, con la finalidad de presentarle a la Bachiller en Odontología Srta. Ariela Abigail Castañeda Espinoza, quien se encuentra realizando el Plan de Tesis titulado:

**«EFECTO ANTIMICROBIANO DE CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS  
FRENTE A CEPAS DE CANDIDA ALBICANS ATCC 10231 Y STAPHYLOCOCCUS  
AUREUS ATCC 25923: ESTUDIO INVITRO»**

En tal virtud, mucho agradeceré le brinde las facilidades del caso a la Srta. Castañeda quien realizará el siguiente trabajo:

- ✓ *Análisis de sensibilidad antimicrobiana de cementos selladores endodónticos.*

ésta información le permitirá desarrollar su trabajo de investigación.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para renovarle los sentimientos de mi especial consideración.

Atentamente



**DR. FRANCO RAÚL MAURICIO VALENTÍN**  
**DECANO**



**Dr. AMÉRICO A. MUNAYCO MAGALLANES**  
**JEFE**  
**OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO**  
**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

Se adjunta: Plan de Tesis  
049-2022  
NT: 064537 - 2022

AAMM/Luz V.

Calle San Marcos N°351 – Pueblo Libre  
e-mail: ogt.fo@unfv.edu.pe

Telef.: 7480888 - 8335

**Anexo D: Certificación de la cepa de Candida albicans**

	
<b>Certificate of Analysis: Lyophilized Microorganism Specification and Performance Upon Release</b>	
<b>Specifications</b> Microorganism Name: Candida albicans Catalog Number: 0443 Lot Number: 443-1258** Reference Number: ATCC® 10231™* Passage from Reference: 3	<b>Expiration Date:</b> 2023/4/30 <b>Release Information:</b> Quality Control Technologist: Jackie L. Mackedanz Release Date: 2021/5/12
<b>Performance</b>	
<b>Macroscopic Features:</b> Small to medium, white, circular, convex, dull colonies. <b>Microscopic Features:</b> Gram positive, ovoidal, budding yeast cells.	<b>Medium:</b> Nutrient <b>Method:</b> Gram Stain (1)
<b>ID System: MALDI-TOF (1)</b> See attached ID System results document.	<b>Other Features/ Challenges: Results</b> (1) Germ Tube Test: positive (1) Chlamyospore production: positive   Amanda Kuperus Quality Control Manager AUTHORIZED SIGNATURE
<p><small>**Disclaimer: The last digit(s) of the lot number appearing on the product label and packing slip are merely a packaging event number. The lot number displayed on this certificate is the actual base lot number.</small></p> <p><small>1. Refer to the enclosed product insert for instructions, intended use and hazard/safety information.</small></p> <p>Individual products are traceable to a recognized culture collection.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;">                   REFERENCE MATERIAL PRODUCER                  CERT #2655.02             </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div> <p><small>(*) The ATCC Licensed Derivative Emblem, the ATCC Licensed Derivative word mark and the ATCC catalog marks are trademarks of ATCC, Microbiologics, Inc. is licensed to use these trademarks and to sell products derived from ATCC® cultures.</small></p> <p><small>(1) These tests are accredited to ISO/IEC 17025.</small></p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;">                   TESTING CERT #2655.01             </div> </div>	

**Anexo E: Certificación de la cepa de Staphylococcus aureus**

**Microbiologics**

Certificate of Analysis: Lyophilized Microorganism Specification and Performance Upon Release

<b>Specifications</b> Microorganism Name: Staphylococcus aureus subsp. aureus Catalog Number: 0485 Lot Number: 485-1024** Reference Number: ATCC® 6538™** Passage from Reference: 3	Expiration Date: 2023/6/30 Release Information: Quality Control Technologist: Alexandra D Quevi Release Date: 2021/6/28
--	--

<b>Macroscopic Features:</b> Medium to large, convex, circular, glistening, smooth, creamy, opaque, beta hemolytic - both light gold and darker gold colonies may be present. A second colony type maybe present a white, circular, entire, low convex, and beta hemolytic.	<b>Performance</b>	<b>Medium:</b> SBAP
<b>Microscopic Features:</b> Gram positive cocci occurring singly, in pairs and in irregular clusters.	<b>Method:</b> Gram Stain (1)	<b>Other Features/ Challenges: Results</b> (1) Catalase (3% Hydrogen Peroxide): positive (1) Coagulase (rabbit plasma - tube): positive (1) Beta Lactamase (Cefinase Disk): negative
<b>ID System:</b> MALDI-TOF (1) See attached ID System results document.	Amanda Kuperus Quality Control Manager AUTHORIZED SIGNATURE	

\*\*Disclaimer: The last digit(s) of the lot number appearing on the product label and packing slip are merely a packaging event number. The lot number displayed on this certificate is the actual base lot number.

⚠ Refer to the enclosed product insert for instructions, intended use and hazard/safety information.

Individual products are traceable to a recognized culture collection.



ATCC Licensed Derivative

(\*) The ATCC Licensed Derivative Emblem, the ATCC Licensed Derivative word mark and the ATCC catalog marks are trademarks of ATCC, Microbiologics, Inc. is licensed to use these trademarks and to sell products derived from ATCC® cultures.



(1) These tests are accredited to ISO/IEC 17025.

© 2012 Microbiologics, Inc. All Rights Reserved. 200 Cooper Avenue North Saint Cloud, MN 56303 Page 1 of 1 DOC.286

## Anexo F: Fotografías del procedimiento

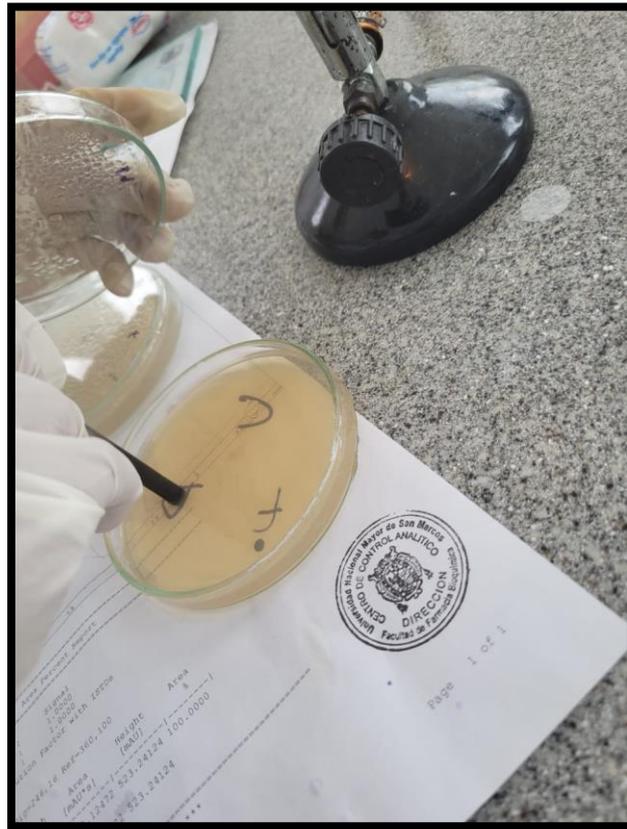
1. SE REALIZÓ LA SIEMBRA DE COLONIAS CON EL ASA BACTERIOLÓGICA PARA CADA CEPA.



2. INOCULACIÓN DE LOS MICROORGANISMO SOBRE LOS AGARES.



3. FORMACIÓN DE LOS POCILLOS CON LA AYUDA DE UN SACABOCADO ESTÉRIL SOBRE LAS PLACAS PETRI.



4. APLICACIÓN DE LOS CONTROLES NEGATIVOS (SUERO FISIOLÓGICO) Y POSITIVOS (FLUCONAZOL Y CLORHEXIDINA)



SUERO

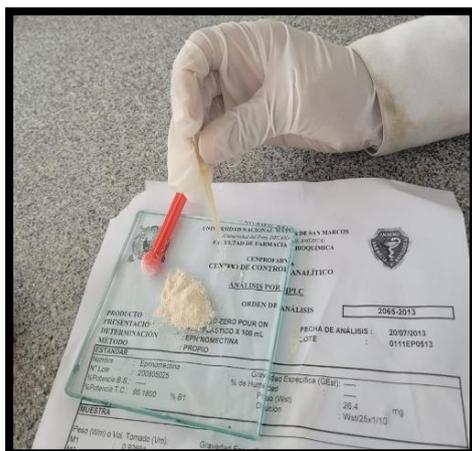


FLUCONAZOL

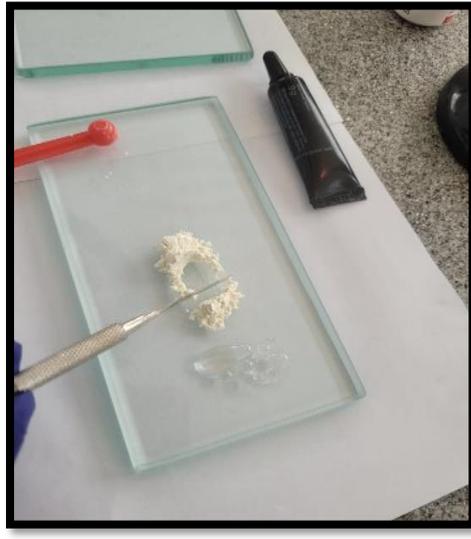


CLORHEXIDINA

## 5. PREPARACIÓN DEL CEMENTO ENDOSEAL



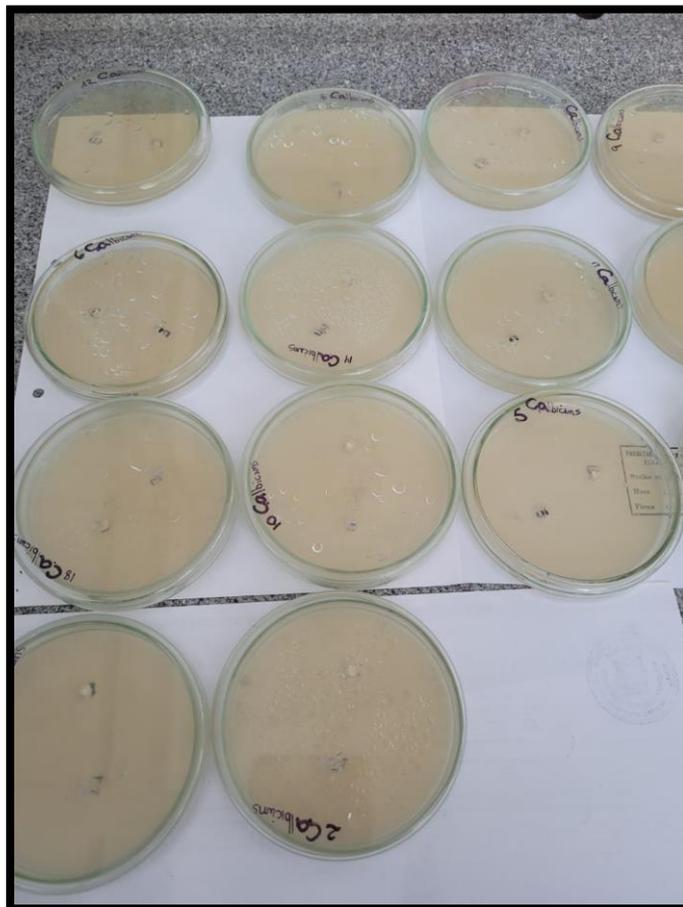
## 6. PREPARACIÓN DEL CEMENTO SEALER 26



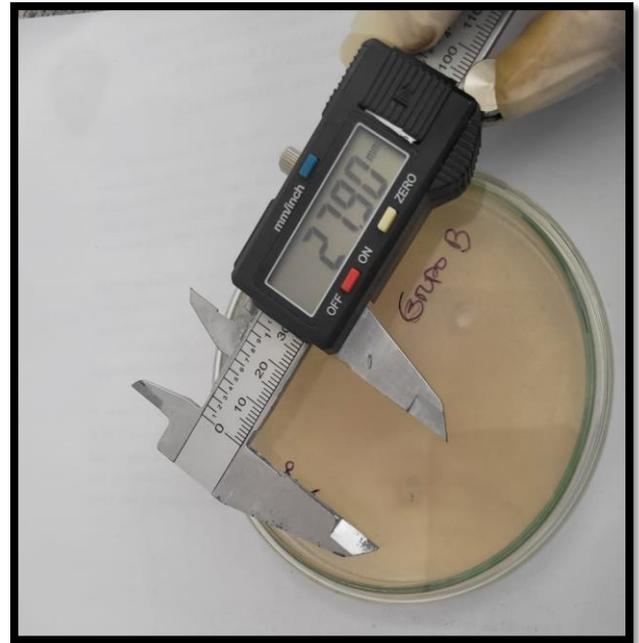
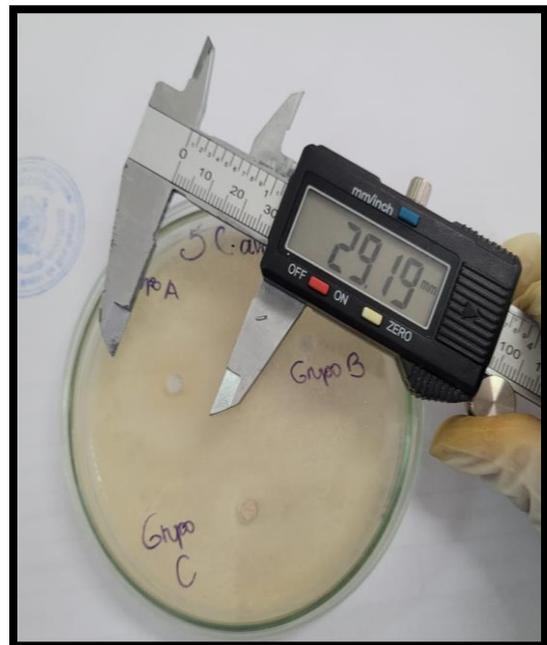
## 7. APLICACIÓN DIRECTA DEL CEMENTO BIO C-SEALER.

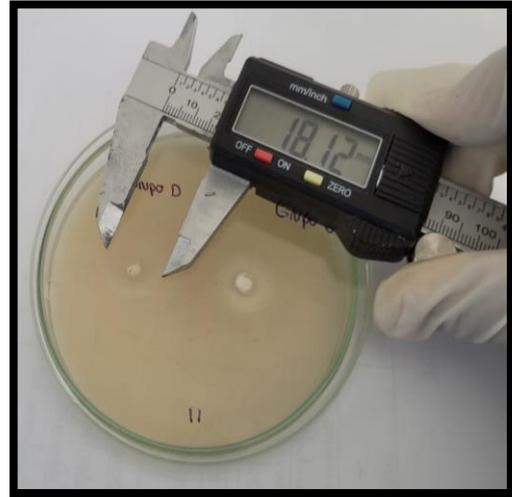


## 8. LAS PLACAS DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE LOS CEMENTOS SELLADORES



## 9. PLACAS PETRI DESPUÉS DE 24 Y 48 HORAS DE INCUBACIÓN

CANDIDA ALBICANS A LAS 24 HORASCANDIDA ALBICANS A LAS 48 HORAS

STAPHILOCOCCUS AUREUS A LAS 24 HORASSTAPHILOCOCCUS AUREUS A LAS 48 HORAS

## Anexo G: Pruebas de normalidad

Sustancia experimental		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Control (Fluconazol)	Halo de inhibición a las 24 horas	,144	18	,200*	,952	18	,457
	Halo de inhibición a las 48 horas	,129	18	,200*	,954	18	,492
Cemento a base de óxido de zinc y eugenol	Halo de inhibición a las 24 horas	,236	18	,009	,887	18	,034
	Halo de inhibición a las 48 horas	,194	18	,073	,914	18	,102
Cemento a base de hidróxido de calcio	Halo de inhibición a las 24 horas	,188	18	,093	,907	18	,077
	Halo de inhibición a las 48 horas	,176	18	,144	,880	18	,026
Cemento a base de biocerámico	Halo de inhibición a las 24 horas	.	18	.	.	18	.
	Halo de inhibición a las 48 horas	.	18	.	.	18	.

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

### Pruebas de normalidad

Sustancia experimental		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Cemento a base de óxido de zinc y eugenol	Halo de inhibición a las 48 horas	,138	18	,200*	,962	18	,647
	Halo de inhibición a las 24 horas	,142	18	,200*	,962	18	,631
Cemento a base de hidróxido de calcio	Halo de inhibición a las 48 horas	,153	18	,200*	,961	18	,629
	Halo de inhibición a las 24 horas	,183	18	,115	,906	18	,074
Cemento a base de biocerámico	Halo de inhibición a las 48 horas	,121	18	,200*	,966	18	,711
	Halo de inhibición a las 24 horas	,149	18	,200*	,955	18	,516
Control (Clorhexidina)	Halo de inhibición a las 48 horas	,170	18	,179	,788	18	,001
	Halo de inhibición a las 24 horas	,113	18	,200*	,950	18	,426

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

**Pruebas de normalidad**

	Sustancia experimental	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Halo de inhibición a las 24 horas	Fluconazol	,144	18	,200*	,952	18	,457
	Cemento a base de óxido de zinc y eugenol	,236	18	,009	,887	18	,034
	Cemento a base de hidróxido de calcio	,188	18	,093	,907	18	,077
	Cemento a base de biocerámico	.	18	.	.	18	.

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

**Pruebas de normalidad**

	Sustancia experimental	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Halo de inhibición a las 48 horas	Control (Fluconazol)	,129	18	,200*	,954	18	,492
	Cemento a base de óxido de zinc y eugenol	,194	18	,073	,914	18	,102
	Cemento a base de hidróxido de calcio	,176	18	,144	,880	18	,026
	Cemento a base de biocerámico	.	18	.	.	18	.

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

### Pruebas de normalidad

	Sustancia experimental	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Halo de inhibición a las 24 horas	Endoseal	,142	18	,200*	,962	18	,631
	Sealer 26	,183	18	,115	,906	18	,074
	Bio c sealer	,149	18	,200*	,955	18	,516
	Control (Clorhexidina)	,113	18	,200*	,950	18	,426

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

### Pruebas de normalidad

	Sustancia experimental	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Halo de inhibición a las 48 horas	Endoseal	,138	18	,200*	,962	18	,647
	Sealer 26	,153	18	,200*	,961	18	,629
	Bio c sealer	,121	18	,200*	,966	18	,711
	Control (Clorhexidina)	,170	18	,179	,788	18	,001

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors