



Universidad
Norbert Wiener

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
ODONTOLOGÍA**

Tesis

“Efecto de extractos vegetales mezclados con un sellador endodóntico sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular un estudio *in vitro*”

**Para optar el Título Profesional de
Cirujano Dentista**

Presentado por:


Autor: Marlon Omar Díaz León

Asesor: Mg. CD. Guevara Sotomayor, Juan Cesar

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2848-2414>

Lima – Perú

2023

| | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------|
|  Universidad Norbert Wiener | DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA Y DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN | | |
| | CÓDIGO: UPNW-GRA-FOR-033 | VERSIÓN: 01 REVISIÓN: 01 | FECHA: 08/11/2022 |

Yo, Marlon Omar Díaz León egresado de la Facultad de Ciencias de la Salud y Escuela Académico Profesional de Odontología de la Universidad privada Norbert Wiener declaro que el trabajo académico **“EFECTO DE EXTRACTOS VEGETALES MEZCLADOS CON UN SELLADOR ENDODÓNTICO SOBRE EL CRECIMIENTO DE PATÓGENOS BUCALES EN CONDUCTO RADICULAR UN ESTUDIO IN VITRO EN LIMA, 2023”** Asesorado por el docente Mg. CD. Juan Cesar Guevara Sotomayor, con N.º DNI 43271772 y código ORCID 0000-0002-2848-2414, tiene un índice de similitud de 7 (siete) % con código ID: oid: **14912245200975** verificable en el reporte de originalidad del software Turnitin.

Así mismo:

1. Se ha mencionado todas las fuentes utilizadas, identificando correctamente las citas textuales o paráfrasis provenientes de otras fuentes.
2. No he utilizado ninguna otra fuente distinta de aquella señalada en el trabajo.
3. Se autoriza que el trabajo puede ser revisado en búsqueda de plagios.
4. El porcentaje señalado es el mismo que arrojó al momento de indexar, grabar o hacer el depósito en el Turnitin de la universidad y,
5. Asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión en la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas del reglamento vigente de la universidad.



Firma de autor
 Nombres y apellidos del egresado
 Marlon Omar Díaz León
 DNI: 41762345



Firma
 Nombres y apellidos del Asesor
 Mg. CD. Juan Cesar Guevara Sotomayor
 DNI: 43271772

Lima, 20 de noviembre del 2023.

Tesis

Efecto de extractos vegetales mezclados con un sellador endodóntico sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular, un estudio *in vitro*.

Línea de investigación general

Salud, Enfermedad y Ambiente

Línea de investigación específica

Microbiología

ASESOR:

Mg. CD. Guevara Sotomayor, Juan Cesar.

Código ORCID

0000-0002-2848-2414

MIEMBROS DEL JURADO

Presidenta: Mg. CD. Carlos Enrique Guillen Galarza

Secretaria: Mg. Esp. CD. Veronica Janice Llerena Meza de Pastor

Vocal: Mg. Esp. CD. Karina Janeth Soto Vargas

Dedicatoria

Esta tesis se la dedico a Dios que supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se me presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy. Para mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, principios, carácter, empeño, perseverancia y coraje para conseguir mis objetivos.

Agradecimiento

Gracias a mi universidad Norbert Wiener, por haberme permitido formarme en ella, gracias a todas las personas que fueron participe de este proceso, ya sea de manera directa o indirecta, gracias a todos ustedes fueron los responsables de realizar su pequeño aporte, que el día de hoy se ve reflejado en la culminación de mi paso por la universidad. Asimismo, quisiera agradecer a mi asesor el Mg. CD. Guevara Sotomayor, Juan Cesar, que sin su apoyo y dedicación no hubiera podido culminar esta etapa importante en mi formación profesional.

Índice general

| | |
|----------------------------------------------------|-------------|
| Dedicatoria..... | iv |
| Agradecimiento..... | v |
| Índice de tablas..... | ix |
| Índice de gráficos..... | x |
| Resumen | xi |
| Abstract | xii |
| Introducción | xiii |
| CAPÍTULO I: EL PROBLEMA | 1 |
| 1.1 Planteamiento del problema..... | 1 |
| 1.2 Formulación del problema..... | 3 |
| 1.2.1 Problema general..... | 3 |
| 1.2.2 Problema específicos | 3 |
| 1.3 Objetivos de la investigación | 4 |
| 1.3.1 Objetivo general | 4 |
| 1.3.2 Objetivos específicos | 4 |
| 1.4 Justificación de la investigación | 4 |
| 1.4.1 Teórica..... | 4 |
| 1.4.2 Metodológica..... | 5 |
| 1.4.3 Práctica | 5 |
| 1.5 Limitaciones de la investigación | 6 |
| 1.5.1 Temporal..... | 6 |
| 1.5.2 Espacial..... | 6 |
| 1.5.3 Recursos..... | 7 |
| CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO | 8 |
| 2.1 Antecedentes de la investigación | 8 |
| 2.1.1 Antecedentes nacionales | 8 |
| 2.1.2. Antecedentes internacionales..... | 10 |
| 2.2 Bases teóricas | 15 |
| 2.3. Formulación de hipótesis..... | 26 |
| 2.3.1. Hipótesis general | 26 |
| 2.3.2. Hipótesis específicas | 26 |
| CAPÍTULO III: METODOLOGÍA..... | 28 |
| 3.1. Método de la investigación | 28 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.2. Enfoque de la investigación | 28 |
| 3.3. Tipo de investigación..... | 29 |
| 3.4. Diseño de la investigación..... | 29 |
| 3.5. Población, muestra y muestreo | 30 |
| 3.5.1 Población..... | 30 |
| 3.5.2 Muestra | 31 |
| 3.5.3 Muestreo | 32 |
| 3.6. Variables y operacionalización..... | 33 |
| 3.6.1 Definición operacional..... | 34 |
| 3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 34 |
| 3.7.1. Técnica | 34 |
| 3.7.2. Descripción de instrumentos..... | 35 |
| 3.7.3. Validación..... | 36 |
| 3.7.4. Confiabilidad..... | 36 |
| 3.8. Plan de procesamiento y análisis de datos..... | 36 |
| 3.9. Aspectos éticos..... | 37 |
| CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS..... | 38 |
| 4.1. Resultados | 38 |
| 4.1.1. Análisis descriptivo de los resultados..... | 38 |
| 4.1.2 Prueba de hipótesis | 45 |
| 4.1.3 Discusión de resultados..... | 47 |
| CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 51 |
| 5.1. Conclusiones..... | 51 |
| 5.2. Recomendaciones | 52 |
| REFERENCIAS | 54 |
| ANEXOS | 63 |
| Anexo 1: Matriz de consistencia..... | 63 |
| Anexo 2: Instrumento de recolección de datos | 64 |
| Anexo 3: Validez del Instrumento | 68 |
| Anexo 4: Constancia de exoneración de revisión..... | 71 |
| Anexo 5: Constancia de recolección de datos..... | 72 |
| Anexo 6: Ficha técnica de Standard de McFarland 0.5 sulfato de bario | 73 |
| Anexo 7: Certificado de <i>Enterococcus faecalis</i> | 74 |
| Anexo 8: Certificado de <i>Streptococcus mutans</i> | 76 |
| Anexo 9: Informe de ensayo microbiológico..... | 78 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| Anexo 10: Constancia de eliminación de residuos biológicos..... | 81 |
| Anexo 11: Informe de Turnitin..... | 82 |
| Anexo 12: Informe del asesor..... | 83 |
| Anexo 13: Colección de Fotografías..... | 84 |

Índice de tablas

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Efectividad antibacteriana de las pastas de prueba (n=10) frente a <i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212 a las 24 horas..... | 38 |
| Tabla 2. Efectividad antibacteriana de las pastas de prueba (n=10) frente a <i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212 a las 48 horas..... | 39 |
| Tabla 3. Efectividad antibacteriana de las pastas de prueba (n=10) frente a <i>Streptococcus mutans</i> ATCC 25175 a las 24 horas..... | 40 |
| Tabla 4. Efectividad antibacteriana de las pastas de prueba (n=10) frente a <i>Streptococcus mutans</i> ATCC 25175 a las 48 horas..... | 41 |
| Tabla 5. Análisis de Normalidad por Shapiro Wilk (n=10) de las pastas de prueba frente a <i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212 a las 24 y 48 horas | 42 |
| Tabla 6. Análisis de Normalidad por Shapiro Wilk (n=10) de las pastas de prueba frente a <i>Streptococcus mutans</i> ATCC 25175 a las 24 y 48 horas..... | 43 |
| Tabla 7. Media y desviación estándar (n=10) de los halos de inhibición (mm) de pastas de prueba en estudio frente a <i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212..... | 44 |
| Tabla 8. Media y desviación estándar (n=10) de los halos de inhibición (mm) de pastas de prueba en estudio frente a <i>Streptococcus mutans</i> ATCC 25175..... | 44 |

Índice de gráficos

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gráfico 1. Efectividad antibacteriana de las pastas de prueba (n=10) frente a <i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212 a las 24 horas..... | 38 |
| Gráfico 2. Efectividad antibacteriana de las pastas de prueba (n=10) frente a <i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212 a las 48 horas..... | 39 |
| Gráfico 3. Efectividad antibacteriana de las pastas de prueba (n=10) frente a <i>Streptococcus mutans</i> ATCC 25175 a las 24 horas..... | 40 |
| Gráfico 4. Efectividad antibacteriana de las pastas de prueba (n=10) frente a <i>Streptococcus mutans</i> ATCC 25175 a las 48 horas..... | 41 |

Resumen

La presente investigación propuso evaluar el efecto de extractos vegetales (tomillo, copaiba y achiote) mezclados con un sellador endodóntico sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular como *Enterococcus faecalis* y *Streptococcus mutans*. Con este fin, se diseñó un estudio experimental *in vitro* con metodología analítica aplicada, en el cual se evaluó una muestra total de 80 placas Petri divididas en dos grupos principales de 40 cada una para cada microorganismo, y en subgrupos para cada tratamiento y su grupo control. Como resultados, se obtuvo que los tres extractos vegetales evaluados mezclados con un sellador endodóntico a base de zinc tuvieron efecto inhibitorio sobre el crecimiento de los patógenos bucales *Enterococcus faecalis* y *Streptococcus mutans*, ya que, los halos de inhibición generados en torno a los microorganismos fueron mayores que cero, tanto en la primera evaluación a las primeras 24 horas como a las 48 horas. Asimismo, el mayor efecto lo tuvo el sellador endodóntico adicionado con tomillo, presentando un efecto mayor que el sellador endodóntico puro para *Enterococcus faecalis* $12,75 \pm 1,64\text{mm}$ y $12,63 \pm 1,65\text{mm}$ para las evaluaciones a las 24 y 48 horas, y para *Streptococcus mutans*, $19,59 \pm 2,07\text{mm}$ y $19,47 \pm 2,06\text{mm}$ para los tiempos de 24 y 48 horas, respectivamente. Por lo tanto, se concluyó que los extractos vegetales evaluados mezclados con sellador endodóntico sí presentan efecto antibacteriano.

Palabras clave: Efecto antibacterial, sellador endodóntico, óxido de zinc, aceite de tomillo, aceite de copaiba, extracto de achiote.

Abstract

The present investigation proposed to evaluate the effect of vegetable extracts (thyme, copaiba and annatto) mixed with an endodontic sealer on the growth of oral pathogens in root canal such as *Enterococcus faecalis* and *Streptococcus mutans*. For this purpose, we designed an in vitro experimental study with applied analytical methodology, in which a total sample of 80 Petri dishes was evaluated, divided into two main groups of 40 each for each microorganism, and into subgroups for each treatment and its control group. As results, it was found that the three plant extracts evaluated mixed with a zinc-based endodontic sealer had an inhibitory effect on the growth of the oral pathogens *Enterococcus faecalis* and *Streptococcus mutans*, since the inhibition halos generated around the microorganisms were greater than zero, both in the first evaluation at the first 24 hours and at 48 hours. Furthermore, the endodontic sealer added with thyme had the greatest effect, presenting a greater effect than the pure endodontic sealer for *Enterococcus faecalis* $12.75 \pm 1.64\text{mm}$ and $12.63 \pm 1.65\text{mm}$ for the evaluations at 24 and 48 hours, and for *Streptococcus mutans*, $19.59 \pm 2.07\text{mm}$ and $19.47 \pm 2.06\text{mm}$ for the 24 and 48 hour periods, respectively. Consequently, we concluded that the plant extracts evaluated mixed with endodontic sealer do have an antibacterial effect.

Key words: Antibacterial effect, endodontic sealer, zinc oxide, thyme oil, copaiba oil, annatto extract.

Introducción

La salud bucal es un aspecto fundamental en el bienestar general de las personas, y las infecciones en el conducto radicular representan un desafío común en la odontología. En este sentido, el éxito del tratamiento endodóntico depende en gran medida de la erradicación efectiva de los patógenos bucales presentes en el conducto radicular, como *Enterococcus faecalis* y *Streptococcus mutans*, que son conocidos por su resistencia y capacidad de colonización en ambientes hostiles.

En busca de alternativas naturales y efectivas para el tratamiento de estas infecciones, se ha despertado un creciente interés en los extractos vegetales debido a su potencial antimicrobiano. Entre estos extractos, el tomillo (*Thymus vulgaris*), la copaiba (*Copaifera* sp.) y el achiote (*Bixa orellana*) han sido objeto de estudios debido a sus propiedades medicinales reconocidas. Por lo tanto, el presente informe tiene como objetivo evaluar el efecto de estos extractos vegetales mezclados con un sellador endodóntico sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular. Se buscó determinar de manera *in vitro*, si la incorporación de estos extractos en el sellador a base de óxido de zinc puede ofrecer una opción terapéutica prometedora para mejorar la eficacia del tratamiento endodóntico y reducir la recurrencia de infecciones.

Para lograr este objetivo, se realizó una evaluación exhaustiva que abarcó diferentes etapas; en primer lugar, se analizó la situación problemática relacionada con las variables investigadas, considerando los contextos global, nacional y local. A continuación, se presentó la justificación del estudio, destacando la necesidad de encontrar nuevas estrategias antimicrobianas y los posibles beneficios de utilizar extractos vegetales en odontología. Asimismo, se reconocieron las limitaciones inherentes al desarrollo de la investigación. Posteriormente, se proporcionó un marco teórico que respaldó las variables

de estudio, destacando los hallazgos previos relacionados con el efecto antimicrobiano de los extractos vegetales mencionados. El estudio se llevó a cabo siguiendo un enfoque metodológico riguroso. Se describió el diseño y tipo de estudio utilizado, así como las características de los métodos y herramientas empleados para recopilar los datos necesarios. Los resultados obtenidos fueron analizados y discutidos en profundidad, proporcionando una visión clara del efecto de cada extracto vegetal evaluado sobre el crecimiento de los patógenos bucales en el conducto radicular. Finalmente, las conclusiones derivadas del estudio se presentaron junto con recomendaciones que servirán como base para futuras investigaciones y aplicaciones clínicas.

En resumen, este informe final busca contribuir al conocimiento científico y clínico al evaluar el efecto de extractos vegetales mezclados con un sellador endodóntico sobre el crecimiento de patógenos bucales en el conducto radicular. A través de un enfoque riguroso y fundamentado, se espera encontrar nuevas opciones terapéuticas que puedan mejorar la eficacia del tratamiento endodóntico y proporcionar beneficios a los pacientes con infecciones en el conducto radicular.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

La periodontitis apical es una de las enfermedades inflamatorias orales más prevalentes en el ser humano y tiene como principal agente infeccioso a las bacterias, las cuales se caracterizan por estar generalmente organizadas en comunidades de biopelículas adheridas a las paredes del canal y por formar parte de las causas de la periodontitis apical (1).

La infección se establece en el conducto radicular solo después de que la pulpa se vuelve necrótica, como resultado de caries, trauma, enfermedad periodontal o iatrogenia, o la pulpa está ausente debido a un tratamiento previo del conducto radicular. Después de que la infección se establece en el conducto radicular, avanza gradualmente en dirección apical hasta que, finalmente, las bacterias y/o sus factores de virulencia alcanzan los tejidos perirradiculares a través de los agujeros apicales y laterales, así como las perforaciones radiculares iatrogénicas, y causan inflamación (2). Luego, se establece la periodontitis apical y, dependiendo de la miríada de factores bacterianos y relacionados con el huésped, puede ser sintomática (aguda) o asintomática (crónica). Cabe precisar que la periodontitis apical puede producir un daño significativo del tejido perirradicular en forma de formación de pus (absceso) o reabsorción ósea (3).

De hecho, en una revisión sistemática reciente se ha informado sobre un aumento en la prevalencia de lesiones de periodontitis apical durante los últimos 10 años, supuestamente, debido a tratamientos de endodoncia y restauración inadecuados (4). Por otra parte, en Europa, la prevalencia de la periodontitis apical alcanza el 34-61 % de los individuos y afecta entre el 2.8 % y el 4.2 % de los dientes, cifras que aumentan con el

envejecimiento de la población; mientras que, entre las poblaciones occidentales, se estima que entre el 41 % y el 59 % de las personas se han sometido al menos a un tratamiento de endodoncia, aunque entre el 24 % y el 65 % de estos conductos radiculares tratados permanecen asociados con evidencia radiográfica de periodontitis apical persistente (5).

En este sentido, el tratamiento del conducto radicular tiene como objetivo eliminar la infección bacteriana, lo cual no puede lograrse únicamente mediante la preparación química mecánica, ya que el microorganismo permanece en el conducto y los túbulos dentinarios después de la instrumentación (6).

Asimismo, el uso de materiales de obturación del conducto radicular con propiedades antibacterianas debería ser capaz de eliminar los patógenos residuales y neutralizar sus efectos tóxicos. patógenos residuales, neutralizar sus productos tóxicos y evitar la reinfección del conducto con el fin de crear un entorno favorable para el proceso de cicatrización en la región periapical (7).

Por lo tanto, para eliminar los microorganismos residuales, es deseable utilizar selladores con una buena capacidad de sellado y actividad antimicrobiana; sin embargo, las controversias en torno a los efectos antimicrobianos de los selladores sobre las bacterias comunes aisladas en los dientes infectados, así como su grado variable de citotoxicidad complican la decisión de los médicos a la hora de elegir un sellador adecuado (8).

Además, el aumento constante de las cepas resistentes a los antibióticos y efectos secundarios causados por las drogas sintéticas ha llevado a los investigadores a considerar a las hierbas como una alternativa para estos casos (9). Aunque hay varios usos de las hierbas en el campo medicinal, se han realizado menos estudios en el campo de la Odontología (10).

Con este contexto, el objetivo del estudio es evaluar y comparar la eficacia antimicrobiana de los selladores de conductos radiculares mezclados con extractos de hierbas contra los microbios que se encuentran en la pulpa inflamada o necrosis pulpar.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

- ¿Cuál es el efecto de los extractos vegetales mezclados con un sellador endodóntico sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular, estudio in vitro realizado en el laboratorio Scientific Quality, Lima – 2023?

1.2.2 Problema específicos

- ¿Cuál es el efecto del tomillo (*Thymus vulgaris*) mezclado con el sellador a base de óxido de zinc sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular, estudio in vitro realizado en el laboratorio Scientific Quality, Lima – 2023?
- ¿Cuál es el efecto de la copaiba (*Copaifera* sp.) mezclada con el sellador a base de óxido de zinc sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular, estudio in vitro realizado en el laboratorio Scientific Quality, Lima – 2023?
- ¿Cuál es el efecto del achiote (*Bixa orellana*) mezclado con el sellador a base de óxido de zinc sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular, estudio in vitro realizado en el laboratorio Scientific Quality, Lima – 2023?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

- Evaluar el efecto de extractos vegetales mezclados con un sellador endodóntico sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar el efecto del tomillo (*Thymus vulgaris*) mezclado con el sellador a base de óxido de zinc sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular.
- Determinar el efecto de la copaiba (*Copaifera* sp.) mezclada con el sellador a base de óxido de zinc sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular.
- Determinar el efecto del achiote (*Bixa orellana*) mezclado con el sellador a base de óxido de zinc sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 Teórica

Este es un estudio que muestra relevancia de índole teórico en la medida que incrementa el conocimiento sobre el efecto de extractos de plantas mezclados con un sellador endodóntico sobre el crecimiento de patógenos orales en el conducto radicular. Es sabido que el uso de extractos de plantas con fines medicinales tiene una larga historia e investigaciones recientes han demostrado su potencial para combatir los patógenos

orales. El tomillo, la copaiba y el achiote poseen propiedades antimicrobianas, debido a esto, se convierten en candidatos adecuados para su uso en el tratamiento de endodoncia. Así también es una investigación de gran relevancia teórica porque suma al bagaje conceptual información actualizada sobre las propiedades de las plantas medicinales utilizadas en el Perú.

Cabe resaltar que, en el Perú, no existen estudios sobre el efecto de selladores endodónticos combinados con los extractos vegetales propuestos, por lo que el presente trabajo se vuelve el primer estudio de este tipo, marcando un precedente importante en la investigación etnobotánica aplicada a la odontología.

1.4.2 Metodológica

Esta investigación brinda nueva información experimental *in vitro* sobre el efecto de extractos de plantas mezclados con un sellador endodóntico sobre el crecimiento de patógenos orales en el conducto radicular. Además, se apoyó en investigaciones previas similares para establecer la metodología y recopilar los datos necesarios para llevar a cabo el estudio. Asimismo, este trabajo es útil como referencia para futuras investigaciones en el campo de la Odontología y como fuente de datos para comparar los resultados obtenidos en estudios similares.

1.4.3 Práctica

La importancia práctica de la investigación sobre el efecto de extractos de plantas mezclados con un sellador endodóntico sobre el crecimiento de patógenos orales en el conducto radicular radica en los beneficios potenciales que puede traer al campo del tratamiento endodóntico. Los patógenos orales pueden causar un daño significativo al diente y a los tejidos circundantes, y los selladores endodónticos convencionales pueden

no ser efectivos para eliminar dichos patógenos. Se ha descubierto que los extractos de plantas, como tomillo, copaiba y achiote, poseen propiedades antimicrobianas, lo que los convierte en candidatos adecuados para su uso en el tratamiento de endodoncia. Los hallazgos de este estudio pueden allanar el camino para el desarrollo de terapias alternativas o complementarias en el tratamiento de endodoncia, lo cual podría reducir potencialmente la necesidad de antibióticos y mejorar los resultados del tratamiento.

1.5 Limitaciones de la investigación

1.5.1 Temporal

Se podría enfrentar una limitación temporal en la realización del trabajo experimental debido a que se dispone de un plazo reducido para llevar a cabo el estudio o por la falta de disponibilidad de profesionales para validar y ejecutar el proyecto. Es esencial considerar los plazos establecidos por la universidad porque cualquier imprevisto podría impedir cumplir con las fechas previstas.

1.5.2 Espacial

Un estudio *in vitro* puede presentar limitaciones espaciales, debido a que se requiere de un laboratorio especializado y habilitado para realizar los procedimientos experimentales; por esto, será necesario buscar un establecimiento adecuado que se alinee con los objetivos del estudio. Asimismo, se deberá contar con espacios que estén implementados con los equipos y herramientas necesarios para llevar a cabo la investigación. La investigación se ejecutará en el laboratorio privado de la empresa Scientific Quality, ubicada en Villa el Salvador.

1.5.3 Recursos

Se contó con recursos humanos, los cuales brindarán apoyo y orientación en el trabajo de investigación, además, se seguirá con el reglamento de la universidad y se contó con la asesoría constante de un docente especialista. Con relación a los recursos materiales necesarios para el proyecto, se han elegido aquellos que cuenten con un costo acorde al presupuesto, pues este será autofinanciado; por ende, no se encontraron limitaciones en este ámbito.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes nacionales

Quea (11) tuvo por objetivo “*Analizar el efecto antibacteriano de diferentes cementos endodónticos a base de silicato de calcio: sellador de marca Portland sin nanopartículas de plata (CP), cemento Portland añadido con nanopartículas de plata (CP-Ag) y Mineral trióxido agregado (MTA) sobre dos cepas de microorganismos del conducto radicular*”. Como metodología se realizaron pruebas con dos cepas de microorganismos (*Candida albicans* y *Enterococcus faecalis*) durante un período de 24, 48 y 72 horas utilizando la técnica de difusión en agar. Asimismo, se midió la zona de inhibición microbiana alrededor de los materiales, se utilizó la prueba de HSD de Tukey para comparar los cementos y de ANOVA para grupos independientes. Los resultados indicaron que el CP-Ag tuvo un mayor efecto inhibidor que el MTA contra *Enterococcus faecalis* a las 48 y 72 horas, mientras que el CP tuvo una mayor actividad antifúngica que el CP-Ag a las 24 horas contra *Candida albicans*. En general, el CP presentó halos de inhibición significativamente más altos que el MTA, independientemente del microorganismo estudiado. En comparación con el CP-Ag, el CP tuvo un mayor halo de inhibición en más del 50 % de los casos, excepto en las 48 horas del grupo de *Enterococcus faecalis* porque el halo de inhibición mayor fue generado por el CP-Ag. En conclusión, el CP-Ag demostró una mayor capacidad antimicrobiana contra *Enterococcus faecalis* que el MTA, mientras que el CP fue más efectivo contra *Candida albicans*.

Chambilla (12) estableció como propósito de estudio “*Evaluar el efecto antimicrobiano de tres diferentes cementos selladores endodónticos sobre las cepas de Enterococcus faecalis, Streptococcus mutans y Candida albicans*”. Como metodología

se efectuó un estudio experimental *in vitro* y se utilizó el método de difusión de agar para evaluar el efecto antimicrobiano de diferentes tipos de cemento en tres cepas bacterianas. Para ello, se realizaron agujeros en placas Petri con agar y se colocaron los diferentes tipos de cemento en cada uno. Después de incubar las placas a 37°C por 48 horas, se midieron los halos de inhibición con un calibrador digital y se registraron en una ficha de recolección de datos. Los resultados mostraron que el cemento a base de eugenol y óxido de zinc tuvo el mejor efecto antimicrobiano contra las tres cepas, seguido por los cementos a base de resina y, finalmente, el de hidróxido de calcio, con una diferencia significativa de $p < 0,05$. En conclusión, este estudio demostró que el cemento a base de óxido de eugenol y zinc es el más efectivo contra estas cepas bacterianas.

Meza (13) propuso como finalidad de su estudio “*Comparar el efecto de un sellador endodóntico combinado con polvo de Theobroma cacao sobre la propagación bacteriana de la microbiota de abscesos dentarios*”. Como metodología, se clasificaron dos grupos experimentales a los que se aplicó polvo de cacao puro y sellador endodóntico a base de óxido de zinc combinado con el polvo de cacao, los cuales fueron evaluadas en placas Petri a las 24, 48 y 72 horas. Como resultado, se obtuvo un efecto positivo frente a la propagación de bacterias indicada por la presencia de halos de inhibición que tuvieron como promedio un diámetro de 14.13 mm luego de las 72 horas de evaluación correspondiente al cemento de polvo puro de *Theobroma cacao* y un promedio de 13.56 mm luego de las 72 horas correspondientes al cacao combinado, por lo que no se encontraron diferencias significativas entre las dos pruebas. Por lo tanto, se concluyó que tanto el cemento de *Theobroma cacao* puro como combinado con sellador endodóntico de óxido de zinc presentan acción antimicrobiana que inhibe la propagación bacteriana de los conductos radiculares.

2.1.2. Antecedentes internacionales

Coelho et al. (9) establecieron por finalidad de su estudio, realizado en Brasil, “*Evaluar la actividad antimicrobiana y las propiedades físicas de selladores endodónticos experimentales a base de resinas con la incorporación de extractos vegetales obtenidos de las especies Bixa orellana , Mentha piperita y Tagetes minuta*”. En cuanto a la metodología, los extractos se obtuvieron por cromatografía de gases-espectrometría de masas y concentración mínima inhibitoria contra *Enterococcus faecalis*, *Streptococcus mutans* y *Candida albicans*. Los extractos se incorporaron individualmente en un sellador experimental de curado dual a una concentración en masa de 0.5 %. Se utilizó un RealSeal de referencia comercial. Los selladores se evaluaron midiendo el tiempo de fraguado, grado de conversión, estabilidad dimensional, radiopacidad, fluidez y espesor de película de estos materiales; así también, se evaluó su efecto antimicrobiano mediante la prueba de contacto directo. Por otra parte, los datos fueron analizados estadísticamente por medio del análisis de la varianza y la prueba post-hoc de Tukey con un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$. En referencia a los resultados, los autores encontraron que, para *S. mutans*, solo los grupos *T. minuta* y *B. orellana* presentaron actividad antibacteriana a las 24 h de contacto ($p < 0,05$) y todos los extractos evidenciaron un efecto antibacteriano contra *E. faecalis* ($p < 0,05$). Por lo tanto, como conclusión se tuvo que la incorporación de extractos vegetales en concentraciones relevantes demostró el potencial antimicrobiano de tres especies de plantas diferentes en selladores endodónticos experimentales. Los aceites esenciales de *T. minuta* y *M. piperita* y la tintura etanólica cruda de *B. orellana* revelaron una sensibilidad similar al crecimiento microbiano. En comparación con las formulaciones de cemento que contenían los extractos de plantas, fue posible identificar la actividad antimicrobiana entre los grupos experimentales probados, y todos demostraron ser efectivos para los sustratos

analizados; sin embargo, en cuanto a tiempo \times efectividad, *T. minuta* presentó mejores resultados para ser utilizado como sellador de conductos radiculares.

Peedikayil et al. (14) llevaron a cabo una investigación cuyo propósito fue “*Comparar el efecto antimicrobiano del sellador endodóntico a base de óxido de zinc con diversos aceites frente a los patógenos más prevalentes del conducto radicular*”. Como metodología, se recurrió ensayos con óxido de zinc mezclado con eugenol, aceite de coco, aceite de menta, aceite de canela, aceite de árbol de té en placas, para medir la zona de inhibición de cada tratamiento. En cuanto a los resultados, se observó que el óxido de zinc con aceite de árbol de té había mostrado la máxima actividad antimicrobiana contra *Enterococcus faecalis*, seguido de óxido de zinc con aceite de coco, óxido de zinc con aceite de menta, óxido de zinc con aceite de canela y óxido de zinc con eugenol. La comparación entre grupos mostró que, hubo diferencias significativas ($p < 0,001$) mediante la prueba de ANOVA. Finalmente, como conclusión se obtuvo que el óxido de zinc con mezclas de aceites también mostró una actividad antimicrobiana significativa contra *Enterococcus faecalis* en comparación con el óxido de zinc con eugenol.

Habib et al. (15) tuvieron como objetivo “*Evaluar el efecto de las microcápsulas preparadas de té verde y quitosano sobre la eficacia antibacteriana contra Enterococcus faecalis, las propiedades físicas y la capacidad de sellado del sellador endodóntico a base de resina impregnado con estas microcápsulas*”. Como metodología, se prepararon extracto de té verde y solución de quitosano, y se añadió una solución a un sellador a base de resina epoxi para luego evaluar la actividad antibacteriana mediante una prueba de contacto directo. En cuanto a los resultados, después de la modificación del sellador, la evaluación antibacteriana mostró una disminución significativa en la densidad óptica ($P < 0,001$). Además, el tiempo de fraguado, el espesor de la película y la microfiltración

se redujeron significativamente; sin embargo, la solubilidad aumentó significativamente ($P < 0,001$). Finalmente, se obtuvo como conclusión que el extracto de té verde y solución de quitosano son candidatos naturales adecuados para la mejora de la actividad antimicrobiana y la capacidad de sellado del sellador endodóntico a base de resina epoxi.

Reiznautt et al. (16) desarrollaron un estudio con el objetivo de “*Evaluar las propiedades fisicoquímicas, antimicrobianas y de citocompatibilidad de selladores endodónticos experimentales a base de resinas que contienen aceites naturales de butia o copaiba*”. Como metodología establecieron grupos experimentales, los cuales contenían butia (*Butia capitata*) al 2 % (B2), 1 % (B1) y 0.5 % (B0.5), y copaiba (*Copaifera* spp.) al 2 % (C2), 1 % (C1) y 0.5 % (C0.5). El grupo control no contenía aceites añadidos (material experimental, EM) y el grupo comercial era un material de resina a base de metacrilato (RealSeal™, SybronEndo Corporation, Orange, CA, EE. UU.). Se realizaron ensayos antimicrobianos para *Enterococcus faecali* (prueba de contacto directo modificado) y citotoxicidad de los grupos experimentales y controles. En cuanto a los resultados, se encontró que el aceite de copaiba al 2 % incrementó el efecto antimicrobiano después de 1 y 24 h ($p < 0,05$). Finalmente, como conclusión se obtuvo que los selladores endodónticos experimentales a base de resina constituidos por aceites naturales mostraron propiedades fisicoquímicas, inhibición bacteriana y citocompatibilidad satisfactorias.

Saha et al. (17) en el año 2019 en la India, propusieron el objetivo de “*Comparar la actividad antimicrobiana de selladores endodónticos agregados a extractos de hierbas*”. Como metodología, se realizó un estudio *in vitro* para evaluar tres selladores endodónticos: Endomethasone (sellador a base de óxido de zinc y eugenol), AH Plus® (sellador a base de resina epoxi) y Apexit Plus® (sellador a base de hidróxido de calcio), mezclados con tres extractos de hierbas: regaliz, bakul y gudichi, frente a diferentes cepas

de bacterias: *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Peptostreptococcus* spp. y *Bacteroides fragilis* en varios intervalos de tiempo utilizando la prueba de difusión en agar y se midieron las zonas medias de inhibición. Como resultado, se observó que las zonas estadísticamente significativas de inhibición del crecimiento bacteriano se observaron más grandes con el sellador a base de óxido de eugenol y óxido de zinc cuando se mezcló con *Glycyrrhiza glabra* (regaliz), seguido en orden descendente por el sellador a base de eugenol y óxido de zinc mezclado con *Tinospora cordifolia* (Guduchi) y *Mimusops elengi* (Bakul), respectivamente. Finalmente, la conclusión del estudio fue que el sellador a base de óxido de eugenol y óxido de zinc con extractos de hierbas produjo las zonas inhibitoras más grandes seguidas en orden descendente por el sellador a base de resina y el hidróxido de calcio junto con tres extractos de hierbas, respectivamente.

Devi et al. (18) realizaron una investigación en la India, en la cual establecieron el objetivo de “*Evaluar y comparar la eficacia antimicrobiana de los selladores de conductos radiculares de diferentes bases cuando se mezclan con extractos de hierbas*”. En cuanto a la metodología, se realizó una evaluación de tres selladores: Endomethasone, AH plus, Apexit plus mezclados con tres extractos de hierbas: *Embllica officinalis* (amla), *Myristica fragrans* (nuez moscada) y *Salvadora persica* (miswak) contra nueve cepas de bacterias en varios intervalos de tiempo utilizando la prueba de difusión en agar. Además, se realizó la medición de las zonas medias de inhibición. Como resultados, los autores hallaron que las mayores zonas de inhibición del crecimiento bacteriano se observaron con Endometasona mezclada con *Myristica fragrans* (Nuez moscada) seguida en orden descendente por AH más mezclada con *Salvadora persica* (Miswak) y Apexit más mezclada con *Salvadora persica* (Miswak) respectivamente. Asimismo, se encontró que las diferencias entre las zonas de inhibición entre los diferentes grupos eran

estadísticamente significativas. Finalmente, los autores llegaron a la conclusión de que el sellador a base de eugenol y óxido de zinc (Endometasona) mezclado con extractos de hierbas produjo las zonas inhibitoras más grandes, seguido en orden descendente por el sellador a base de resina (AH plus) y el sellador a base de hidróxido de calcio (Apexit plus), respectivamente.

Thosar et al. (19) efectuaron un estudio en India con el objetivo de “*Conocer y comparar el efecto antimicrobiano de la pasta que contiene cemento de óxido de zinc mezclado con aceite de tomillo (aceite de ZO + Th) con el de la pasta que contiene óxido de zinc y eugenol (ZO + E) contra Staphylococcus aureus, Escherichia coli, Enterococcus faecalis y Pseudomonas aeruginosa, patógenos comunes del conducto radicular de los dientes temporales*”. Como metodología, se realizó un efecto antimicrobiano *in vitro* por el método de difusión en agar. La pasta de aceite ZO + Th se rellenó en los orificios perforados de agar Mueller Hinton en dos puntos equidistantes. El mismo procedimiento fue aplicado para la pasta ZO+E. Durante 24 horas, todas las placas se incubaron a una temperatura de 37°C. Se calcularon las zonas de inhibición en milímetros alrededor de los pocillos. En cuanto a los resultados, los autores encontraron que las zonas de inhibición bacteriana fueron más altas para la pasta de aceite ZO + Th contra los microorganismos patógenos *S. aureus*, seguida de *E. coli*, *E. faecalis*, *P. aeruginosa*, mientras que para la pasta ZO + E, el orden decreciente contra los microorganismos patógenos fue *E. coli*, *S. aureus*, *E. faecalis* y *P. aeruginosa*. Asimismo, se encontraron diferencias estadísticamente significativas en ambas pastas, la pasta de aceite ZO + Th y la pasta ZO + E. Finalmente, se concluyó que la pasta de aceite ZO + Th mostró niveles más altos de efecto antimicrobiano contra los patógenos del conducto radicular.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Extractos vegetales mezclados con un sellador endodóntico

Un sellador endodóntico, también conocido como sellador de conductos radiculares, es un tipo de material utilizado para llenar los vacíos e irregularidades que se producen durante la terapia de conductos radiculares, y tiene como propósito sellar el sistema de conductos radiculares de las bacterias, previniendo la reinfección y promoviendo la cicatrización (20).

Durante el procedimiento de endodoncia, el dentista extrae el tejido pulpar infectado del interior del diente y limpia el sistema de endodoncia. Después de culminada la limpieza, el dentista moldeará los canales y los rellenará con un material similar al caucho llamado gutapercha a fin de llenar el espacio donde estaba la pulpa y sellar los canales del ambiente exterior; sin embargo, la gutapercha por sí sola no es suficiente para crear un sello completo (21). Aquí es donde entra en juego el sellador endodóntico, que es un material líquido que se aplica a la gutapercha antes de insertarla en el conducto radicular. El sellador endodóntico material fluye alrededor de la gutapercha y llena cualquier irregularidad o espacio, además, crea un sello completo entre la gutapercha y las paredes del conducto radicular (22).

Cabe agregar que los selladores endodónticos suelen estar compuestos por una resina o material epoxi, los cuales se endurecen después de su aplicación, se curan con el tiempo y vienen en diferentes formulaciones, algunas de las cuales son más biocompatibles que otras (23). El sellador también es radiopaco; es decir, puede verse en una radiografía, lo que le permite al dentista verificar que se haya llenado y sellado todo el sistema de conductos radiculares (24).

Por su parte, los extractos de plantas son una fuente natural de compuestos biológicamente activos que poseen propiedades antimicrobianas, antiinflamatorias y

antioxidantes, por lo que, en los últimos años, ha habido un creciente interés en el uso de extractos de plantas como aditivo en los selladores endodónticos para mejorar sus propiedades antimicrobianas y terapéuticas (25).

Cuando los extractos de plantas se mezclan con un sellador endodóntico, se mejoran sus propiedades antibacterianas porque inhibe el crecimiento de microorganismos que podrían estar presentes en el sistema de conductos radiculares. Esto es particularmente importante en los casos en los que el conducto radicular ha sido infectado con bacterias, ya que reduce el riesgo de reinfección y mejora la tasa general de éxito del tratamiento (26).

En este sentido, los extractos de plantas también pueden ayudar a reducir la inflamación y promover la curación en los tejidos circundantes, lo cual se debe a que muchos extractos de plantas contienen compuestos naturales, como flavonoides y ácidos fenólicos, que poseen propiedades antiinflamatorias y antioxidantes; estos compuestos pueden ayudar a reducir la inflamación y el estrés oxidativo en los tejidos que rodean el conducto radicular; a promover una curación más rápida y reducir el riesgo de complicaciones posteriores al tratamiento (27).

Por lo tanto, los extractos de plantas específicos que se utilizan en los selladores endodónticos pueden variar según las propiedades deseadas y el tipo de microorganismos presentes en el sistema de conductos radiculares (14).

Paso a paso de la endodoncia

La endodoncia es un procedimiento dental que se realiza para salvar un diente que está gravemente dañado o infectado en su interior, específicamente en la pulpa dental. Se detalla a continuación cómo se lleva a cabo una endodoncia, paso a paso (28):

Paso 1: Diagnóstico

El primer paso es realizar un diagnóstico preciso. El dentista comienza por revisar los síntomas, historial médico y dental, y realiza radiografías para evaluar el estado del diente. Si se confirma la necesidad de una endodoncia, se procede.

Paso 2: Anestesia local

Antes de comenzar el procedimiento, se administra anestesia local para adormecer la zona y evitar cualquier molestia o dolor durante la endodoncia. El dentista espera unos minutos para que la anestesia haga efecto.

Paso 3: Aislamiento

Para mantener el área del diente seca y libre de saliva, se utiliza un dique de goma o una lámina de látex llamada "dique dental". Esto también ayuda a prevenir la contaminación bacteriana durante el procedimiento.

Paso 4: Apertura coronal

Con el aislamiento en su lugar, el dentista hace una abertura en la corona del diente, generalmente en la parte superior, para acceder a la pulpa dental. Esto se hace con una fresa dental de alta velocidad.

Paso 5: Remoción de la pulpa

Una vez que se accede a la pulpa, se retira cuidadosamente. El dentista utiliza limas y otros instrumentos especializados para eliminar el tejido pulpar dañado o infectado. El conducto radicular (la cavidad en el interior del diente) se limpia y se moldea para prepararlo para el siguiente paso.

Paso 6: Desinfección y irrigación

Después de eliminar la pulpa, se realiza una irrigación con soluciones desinfectantes para eliminar cualquier bacteria restante en el conducto radicular. Esto es crucial para evitar futuras infecciones.

Paso 7: Obturación del conducto radicular

Una vez que el conducto radicular está limpio y desinfectado, se llena con un material llamado gutapercha. La gutapercha sella el conducto y evita que entren bacterias. La apertura coronal se cierra con un sellador temporal.

Paso 8: Reconstrucción del diente

En muchos casos, se requerirá una restauración dental, como una corona, para reconstruir la parte superior del diente. La corona protege y fortalece el diente tratado y le devuelve su funcionalidad.

Paso 9: Seguimiento

Después de la endodoncia, es importante asistir a las citas de seguimiento para asegurarse de que el diente se recupere correctamente. Las radiografías pueden ser tomadas para verificar la salud del diente.

Sellador endodóntico a base de óxido de zinc

Los selladores endodónticos a base de óxido de zinc se usan comúnmente en la terapia del conducto radicular debido a su biocompatibilidad, propiedades antibacterianas y capacidad para crear un sello fuerte entre el material de obturación del conducto radicular y las paredes del conducto (29).

Por otra parte, los componentes principales de un sellador endodóntico a base de óxido de zinc son el óxido de zinc y un componente líquido, que suele ser eugenol, colofonia o una combinación de ambos. El polvo de óxido de zinc se mezcla con el componente líquido para formar un material similar a una pasta que se aplica al conducto radicular antes de colocar el material de relleno (22).

Los selladores endodónticos a base de óxido de zinc tienen varias ventajas sobre otros tipos de selladores; además, tienen un tiempo de trabajo prolongado, lo que permite que el dentista se tome su tiempo durante el proceso de llenado. También tienen una baja

solubilidad; en otros términos, es menos probable que se descompongan con el tiempo y permitan que las bacterias ingresen al sistema de conductos radiculares (30).

Los selladores a base de óxido de zinc también tienen propiedades antimicrobianas, lo que ayuda a inhibir el crecimiento de bacterias en el sistema de conductos radiculares; también tienen una naturaleza radiopaca, por ello, facilita la verificación de la calidad del sello mediante imágenes de rayos X (31).

Es importante agregar que la aplicación de un sellador endodóntico a base de óxido de zinc generalmente se realiza después del tratamiento del conducto radicular, después de que el conducto haya sido limpiado, modelado y secado. El sellador se mezcla en una pasta y luego se aplica en el canal con un instrumento pequeño, asegurándose de que llegue hasta el ápice del diente; una vez aplicado, se deja fraguar el sellador antes de colocar el material de relleno final (30).

Asimismo, en cuanto a la eficacia de este material, los estudios han demostrado que los selladores endodónticos a base de óxido de zinc son muy eficaces para sellar el sistema de conductos radiculares y reducir el riesgo de reinfección. Sus propiedades antimicrobianas también ayudan a matar las bacterias que aún pueden estar presentes en el canal, lo que reduce aún más el riesgo de futuras infecciones; además, se ha descubierto que los selladores a base de óxido de zinc tienen una excelente biocompatibilidad; dicho de otro modo, son bien tolerados por el cuerpo y no causan reacciones adversas ni inflamación (32).

Tomillo (*Thymus vulgaris*)

El tomillo (*Thymus vulgaris*) es una hierba perenne que pertenece a la familia de la menta, *Lamiaceae*. Es originaria de la región mediterránea, pero ahora se cultiva en todo el mundo por sus propiedades culinarias, medicinales y aromáticas; se ha utilizado

durante siglos en la medicina tradicional para tratar una variedad de dolencias, incluidas infecciones respiratorias, problemas digestivos y afecciones de la piel (33).

En cuanto a sus características botánicas, el tomillo es un pequeño arbusto leñoso que normalmente crece hasta una altura de 15-30 cm, tiene hojas pequeñas de forma ovalada que son fragantes cuando se trituran y flores pequeñas de color rosa o púrpura que florecen en el verano; asimismo, es una planta resistente que prospera a pleno sol y en un suelo con buen drenaje (34).

Es importante mencionar que el tomillo tiene una larga historia de uso en la medicina tradicional y la investigación moderna ha confirmado muchos de sus beneficios para la salud porque se ha constatado que es una planta que contiene una variedad de compuestos, incluidos timol, carvacrol y ácido rosmarínico, los cuales poseen propiedades antiinflamatorias, antimicrobianas y antioxidantes. Esta planta se ha empleado para tratar una variedad de afecciones médicas, tales como infecciones respiratorias (bronquitis y neumonía), problemas digestivos (hinchazón e indigestión) y afecciones de la piel (acné y eczema); de manera conjunta, se ha descubierto que el tomillo tiene propiedades neuroprotectoras, por ende, brinda protección contra trastornos neurológicos, como la enfermedad de Alzheimer (35).

El tomillo también tiene importantes propiedades antimicrobianas por su alta concentración de timol y carvacrol, los cuales son compuestos fenólicos efectivos para hacer frente a una amplia gama de microorganismos, incluidas bacterias, hongos y virus (36).

Por otra parte, el aceite esencial de tomillo se obtiene de las hojas y flores de la planta del tomillo mediante un proceso de destilación al vapor; este aceite se encuentra altamente concentrado y contiene altos niveles de timol y carvacrol, lo que lo convierte en un potente agente antimicrobiano; además, se usa comúnmente en aromaterapia para

promover la relajación y reducir el estrés y también suele utilizarse tópicamente para tratar infecciones de la piel o agregarse a productos de limpieza como desinfectante natural (37).

Copaiba (*Copaifera* sp.)

Copaiba es una resina obtenida del árbol *Copaifera* originario de América del Sur. La resina de esta planta se ha usado durante siglos en la medicina tradicional por sus numerosos beneficios para la salud, incluidas sus propiedades antimicrobianas (38).

En cuanto a las características botánicas, el árbol *Copaifera* es un gran árbol tropical que puede crecer hasta 35 metros de altura. Se encuentra en la selva amazónica, así como en otras partes de América del Sur y Central. El árbol produce una resina que se recolecta al hacer incisiones en el tronco, lo que permite que la resina fluya hacia afuera (39).

La resina de Copaiba se ha utilizado en la medicina tradicional para tratar una amplia gama de dolencias, tales como inflamación, dolor e infecciones. La resina contiene una variedad de compuestos, incluidos sesquiterpenos, diterpenos y ácidos terpénicos, que se ha descubierto que poseen propiedades antiinflamatorias, analgésicas y antimicrobianas (40).

Asimismo, se ha descubierto que la resina de Copaiba tiene importantes propiedades antimicrobianas debido a su alta concentración de terpenos. Los terpenos son compuestos aromáticos que se ha demostrado que son efectivos contra una amplia gama de microorganismos, incluidas bacterias y hongos. Los estudios médicos han demostrado que la resina de Copaiba tiene potentes propiedades antibacterianas contra varias cepas de bacterias (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa*); también se ha encontrado que la resina de Copaiba es eficaz contra infecciones fúngicas como *Candida albicans* (41).

Achiote (*Bixa orellana*)

El achiote, también conocido como *Bixa orellana*, es un pequeño árbol tropical originario de Sudamérica, pero que ahora se cultiva en muchas regiones tropicales del mundo. El árbol produce frutos de color rojo brillante que contienen semillas cubiertas de una pulpa de color naranja rojizo, esta se ha utilizado durante siglos como colorante natural y especia en la medicina tradicional y las prácticas culinarias (42).

En lo referente a sus características botánicas, el achiote es un árbol pequeño, perenne, perennifolio que crece hasta 10 metros de altura. Se encuentra en las regiones tropicales de las Américas, África, Asia y Australia. El árbol produce frutos espinosos en forma de corazón que contienen semillas de color naranja rojizo cubiertas de pulpa (43).

Por otra parte, el extracto de achiote ha sido empleado en la medicina tradicional por sus propiedades antiinflamatorias, analgésicas y antimicrobianas, y se caracteriza por contener carotenoides, flavonoides y compuestos fenólicos, los cuales poseen estas propiedades terapéuticas (44).

Asimismo, se ha descubierto que el extracto de achiote tiene importantes propiedades antimicrobianas debido a su alta concentración de compuestos fenólicos, los cuales son compuestos aromáticos efectivos contra una amplia gama de microorganismos, incluyendo bacterias y hongos. Los estudios médicos han demostrado que el extracto de achiote tiene potentes propiedades antibacterianas contra varias cepas de bacterias, incluidas *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Salmonella typhimurium*. También se ha encontrado que el extracto de achiote es efectivo contra infecciones fúngicas como *Candida albicans* (45).

Es importante agregar que el extracto de achiote se usa comúnmente en la medicina tradicional para tratar una variedad de afecciones médicas: inflamación, dolor e infecciones; así también, se ha utilizado para tratar infecciones de la piel, infecciones respiratorias y trastornos gastrointestinales (46).

2.2.2 Crecimiento de patógenos bucales en el conducto radicular

El crecimiento de patógenos orales en el conducto radicular es un proceso complejo que ocurre cuando las bacterias invaden la pulpa dental e infectan el sistema de conductos radiculares. La pulpa dental es un tejido blando conformado por vasos sanguíneos, nervios y tejido conectivo, y ubicado en el centro del diente; cuando esta se infecta o inflama, puede provocar el crecimiento de patógenos orales en el conducto radicular (47).

La causa principal del crecimiento bacteriano en el conducto radicular es la caries dental o caries dental. Cuando las bacterias penetran en las capas de esmalte y dentina de los dientes llegan a la pulpa dental y causan una infección. Otras causas del crecimiento bacteriano en el conducto radicular incluyen traumatismos, dientes rotos y enfermedad periodontal (48).

Una vez que las bacterias ingresan al sistema de conductos radiculares, se multiplican rápidamente y forman una biopelícula, que es una comunidad compleja de microorganismos que se adhieren a las superficies y se protegen del sistema inmunitario y los agentes antimicrobianos del huésped. La biopelícula puede bloquear el sistema de conductos radiculares y evitar una limpieza y desinfección efectivas del área (49).

Las especies bacterianas situadas en el conducto radicular pueden variar y algunos de los patógenos más comunes son *Streptococcus mutans*, *Lactobacillus acidophilus*, especies de *Actinomyces* y *Porphyromonas gingivalis*. Estas bacterias pueden producir subproductos metabólicos tóxicos que dañan los tejidos circundantes y causan inflamación y dolor (50).

Cabe resaltar que si no se trata, el crecimiento bacteriano en el conducto radicular puede provocar la formación de abscesos y la propagación de la infección a otras partes del cuerpo. El tratamiento, generalmente, implica la terapia del conducto radicular, que

consiste en extraer la pulpa dental infectada y rellenar el sistema del conducto radicular con un material biocompatible para sellarlo de una mayor invasión bacteriana (51).

Enterococcus faecalis

Enterococcus faecalis es una bacteria grampositiva que se sitúa comúnmente en el tracto gastrointestinal de humanos y animales. Es un anaerobio facultativo, lo que significa que puede sobrevivir tanto en ambientes ricos como pobres en oxígeno. Además del tracto gastrointestinal, *E. faecalis* también se puede encontrar en el suelo, el agua y las aguas residuales (52).

Se sabe que *E. faecalis* es una de las principales causas de infecciones persistentes en el tratamiento del conducto radicular. La bacteria tiene varios factores de virulencia que le permiten sobrevivir y prosperar en el sistema de conductos radiculares. Uno de estos factores es su capacidad para formar una biopelícula, que es una comunidad compleja de microorganismos adheridos a las superficies y se protegen del sistema inmunitario y los agentes antimicrobianos del huésped. La biopelícula puede bloquear el sistema de conductos radiculares y evitar una limpieza y desinfección efectivas del área (53).

E. faecalis produce varias enzimas que lo ayudan a sobrevivir en el sistema de conductos radiculares, incluida la catalasa, que neutraliza el peróxido de hidrógeno producido por el sistema inmunitario del huésped, y el superóxido dismutasa, que desintoxica los radicales de oxígeno que pueden dañar las células bacterianas. *E. faecalis* también produce ácido lipoteicoico, una molécula que puede estimular la respuesta inmune del huésped y causar inflamación (54).

Además de su papel en el tratamiento del conducto radicular, *E. faecalis* también es un patógeno oportunista que causa infecciones en otras partes del cuerpo, como las vías urinarias, el torrente sanguíneo y las válvulas cardíacas. Es particularmente

problemático en entornos de atención médica, donde puede causar brotes de infecciones en pacientes inmunocomprometidos (55).

Streptococcus mutans

Streptococcus mutans es una bacteria grampositiva que se encuentra comúnmente en la cavidad oral de los humanos. Se considera que es una de las principales bacterias involucradas en el desarrollo de la caries dental o caries. Es una bacteria anaeróbica; es decir, no requiere oxígeno para crecer y sobrevivir. Es capaz de fermentar azúcares, en particular sacarosa, en ácido láctico, lo que puede reducir el pH del medio bucal y provocar la desmineralización del esmalte dental. *S. mutans* también puede producir polisacáridos extracelulares, que ayudan a las bacterias a adherirse a las superficies dental y formar biopelículas, que contribuyen aún más al desarrollo de la caries dental (56).

Además, tiene varios factores de virulencia que contribuyen a su actividad como patógeno oral. Uno de ellos es su capacidad para producir ácido, que puede disolver el contenido mineral de los dientes y provocar la formación de caries. La bacteria también puede producir enzimas que descomponen las proteínas y otros compuestos orgánicos; por tanto, es capaz de generar más daño en la estructura dental; también puede producir una matriz de polisacárido extracelular pegajosa que la protege de los agentes antimicrobianos y las defensas del huésped (57).

S. mutans también es capaz de invadir la pulpa del diente, lo cual ocasiona el desarrollo de pulpitis y la necesidad de una terapia de conducto. La bacteria también se ha relacionado con otras afecciones orales, incluidas la periodontitis y la endocarditis. Por lo tanto, la prevención y el tratamiento de la infección por *S. mutans* implica medidas para reducir la cantidad de azúcar en la dieta, mantener buenas prácticas de higiene bucal, como cepillarse los dientes y usar hilo dental regularmente, y el uso de agentes

antimicrobianos, como el fluoruro y la clorhexidina. También se han desarrollado y probado vacunas contra *S. mutans* (58).

2.3. Formulación de hipótesis

2.3.1. Hipótesis general

Hi: Los extractos vegetales mezclados con un sellador endodóntico presentan un efecto sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular.

Ho: Los extractos vegetales mezclados con un sellador endodóntico no presentan un efecto sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular.

2.3.2. Hipótesis específicas

Hi¹: El tomillo (*Thymus vulgaris*) mezclado con el sellador a base de óxido de zinc presenta un efecto sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular.

Ho: El tomillo (*Thymus vulgaris*) mezclado con el sellador a base de óxido de zinc no presenta un efecto sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular.

Hi²: La copaiba (*Copaifera* sp.) mezclado con el sellador a base de óxido de zinc presenta un efecto sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular.

Ho: La copaiba (*Copaifera* sp.) mezclado con el sellador a base de óxido de zinc no presenta un efecto sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular.

Hi³: El achiote (*Bixa orellana*) mezclado con el sellador a base de óxido de zinc presenta un efecto sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular.

Ho: El achiote (*Bixa orellana*) mezclado con el sellador a base de óxido de zinc no presenta un efecto sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Método de la investigación

Se siguió un método analítico, ya que este es un enfoque científico para la resolución de problemas, lo cual implica descomponer sistemas o procesos complejos en componentes más pequeños y manejables para comprenderlos y analizarlos mejor. Este método, por lo general, implica una observación cuidadosa, recopilación de datos, experimentación e interpretación de los resultados. Al usar el método analítico, los investigadores pueden identificar patrones, tendencias y relaciones entre diferentes variables, que sirven para hacer predicciones, probar hipótesis y desarrollar nuevas teorías o modelos (59).

3.2. Enfoque de la investigación

Este fue cuantitativo el cual consiste en recopilar y analizar datos numéricos para cuantificar y medir fenómenos. Este enfoque generalmente implica el uso de análisis estadísticos, modelos matemáticos y observaciones empíricas para sacar conclusiones y hacer predicciones. En el enfoque cuantitativo, los investigadores utilizan un diseño de investigación estructurado y estandarizado para recopilar datos, a menudo, a través de encuestas, experimentos u otros tipos de observaciones controladas. Luego, estos datos se analizan utilizando métodos estadísticos para identificar patrones y relaciones, y para probar hipótesis y teorías (60).

3.3. Tipo de investigación

Fue de tipo aplicado, puesto que este trabajo se llevó a cabo para resolver problemas prácticos o abordar problemas específicos en el mundo real; además, está enfocado en desarrollar soluciones o aplicaciones que puedan aplicarse directamente a problemas prácticos (61).

3.4. Diseño de la investigación

Por los objetivos propuestos, se siguió un diseño experimental, el cual consta de un método de investigación utilizado para determinar la relación causal entre dos o más variables, que involucra la manipulación de una variable para observar su efecto sobre otra. Es el tipo de diseño que implica la creación de un grupo de tratamiento, que recibe la variable independiente, y un grupo de control, que no recibe la variable independiente. Luego, los resultados del estudio se analizan estadísticamente para determinar si la variable independiente tuvo un efecto significativo en la variable dependiente (60).

De manera puntual, se realizó un experimento *in vitro*, para lo cual la investigación se llevó a cabo en un laboratorio fuera de un organismo vivo. Los estudios *in vitro* suelen implicar el uso de células, tejidos u otros materiales biológicos que se aíslan de su entorno natural y se estudian en un entorno de laboratorio controlado (62).

Por otra parte, fue un estudio de diseño longitudinal, ya que se realizó mediante el seguimiento de los cambios en un grupo a lo largo del tiempo, son seguidos y evaluados repetidamente en diferentes intervalos de tiempo con el objetivo de observar el desarrollo y la progresión de varios fenómenos para identificar patrones de cambio y determinar relaciones causales entre variables (63).

También fue prospectivo, el cual es un método de investigación caracterizado por la recopilación de datos a intervalos predeterminados para observar y medir cambios potenciales en una variable de interés particular; así también se particulariza por ser usado para realizar un seguimiento de la progresión o la eficacia de los tratamientos (64).

3.5. Población, muestra y muestreo

3.5.1 Población

Se define como la agrupación de cada uno de los elementos en los que se aplicará los resultados obtenidos por la investigación; es decir, la población engloba al grupo de unidades, las cuales tienen en común alguna característica que ha sido considerada como variable de estudio, para las cuales se puede generalizar los resultados (65).

Con fines de la presente investigación, el conjunto poblacional incluyó a 100 placas de agar con cepas de:

Enterococcus faecalis

- Número de catálogo: 0366
- Número de lote: 366-413**
- Número de referencia: ATCC R 29212 TM
- Pasaje de referencia: 3

Streptococcus mutans

- Número de catálogo: 0266
- Número de lote: 266-35**
- Número de referencia: ATCC 25175 TM
- Pasaje de referencia: 3

Criterios de inclusión

- Las placas de agar contienen cepas de *Enterococcus faecalis* y/o *Streptococcus mutans*.
- Las placas de agar se han incubado durante un período de tiempo predeterminado a una temperatura específica.
- Las placas de agar son visualmente claras y libres de contaminantes.
- Las placas de agar muestran crecimiento bacteriano, como lo demuestran las colonias visibles en la superficie del agar.

Criterios de exclusión

- Las placas de agar están visiblemente contaminadas con hongos, otras bacterias u otros microorganismos.
- Las placas de agar no muestran crecimiento bacteriano.
- Las placas de agar se han incubado durante un período de tiempo incorrecto o la una temperatura incorrecta.
- Las placas de agar se manipularon incorrectamente, se dañaron o se contaminaron durante el almacenamiento o el transporte.
- Las placas de agar contienen cepas bacterianas distintas de *Enterococcus faecalis* o *Streptococcus mutans*.

3.5.2 Muestra

Se refiere a una fracción que representa la población y, como se eligen al azar, deben presentar todas las características de cada unidad poblacional (65).

Con fines de la presente investigación, se trabajó con una muestra igual a 80 placas Petri, de las cuales la mitad de estas inoculadas con *Enterococcus faecalis* y la otra mitad

con *Streptococcus mutans*. Para cada microorganismo, se seleccionaron 10 placas Petri con la aplicación de cada uno de los tratamientos de los respectivos, de manera que, el grupo 1 correspondió a las placas aplicadas con aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) mezclado con el sellador a base de óxido de zinc; el grupo 2, a placas aplicadas con aceite de copaiba (*Copaifera* spp.) mezclado con el sellador a base de óxido de zinc; el grupo 3, a placas aplicadas con extracto de achiote (*Bixa orellana*) mezclado con el sellador a base de óxido de zinc; el grupo 4 o grupo control serán placas aplicadas solo con sellador endodóntico a base de óxido de zinc.

3.5.3 Muestreo

Se define como el proceso mediante el cual se selecciona una muestra, la cual se extrae de la población; cabe resaltar que la muestra deberá ser estadísticamente representativa del total. (66).

Se realizó un muestreo no probabilístico, en el cual, las posibilidades de seleccionar a los elementos de la población no son las mismas. En este tipo de muestreo existe un sesgo de selección debido a que la selección de individuos por parte del investigador es consciente y arbitraria. De manera particular, se trató de un muestreo no probabilístico por conveniencia, pues se estudiará la parte de la población estadística que se encuentre más accesible (60).

3.6. Variables y operacionalización

| Variable | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensiones | Indicadores | Escala de medición | Escala Valorativa |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------------|
| Extractos vegetales mezclados con un sellador endodóntico | Un sellador endodóntico, también conocido como sellador de conductos radiculares, es un tipo de material que se utiliza para llenar los vacíos e irregularidades que se producen durante la terapia de conductos radiculares (20). Cuando los extractos de plantas se mezclan con un sellador endodóntico, mejoran sus propiedades antibacterianas porque inhiben el crecimiento de microorganismos presentes en el sistema de conductos radiculares (26). | Se obtendrá tres tratamientos mediante la preparación de un sellador endodóntico a base de óxido de zinc mezclado con aceite esencial de tomillo, otro mezclado con aceite esencial de copaiba y mezclado con extracto de achiote. | Tomillo (<i>Thymus vulgaris</i>) Copaiba (<i>Copaifera</i> sp.) Achiote (<i>Bixa orellana</i>) Sellador endodóntico a base de óxido de zinc | Tipo de cemento endodóntico y mezclas de extractos vegetales | Nominal | - 24 horas - 48 horas |
| Crecimiento de patógenos bucales en el conducto radicular | El crecimiento de patógenos orales en el conducto radicular es un proceso complejo que ocurre cuando las bacterias invaden la pulpa dental e infectan el sistema de conductos radiculares, lo cual provoca el crecimiento de patógenos orales en el conducto radicular (47). | Se cuantificará de acuerdo al tamaño del halo de inhibición de producido para cada tratamiento. | Diámetro del halo de inhibición | Medida del halo de inhibición registrado en milímetros (mm) | Razón | Milímetros |

3.6.1 Definición operacional

Extractos vegetales mezclados con un sellador endodóntico: Un sellador endodóntico, también conocido como sellador de conductos radiculares, es un tipo de material que se utiliza para llenar los vacíos e irregularidades que se producen durante la terapia de conductos radiculares (20). Cuando los extractos de plantas se mezclan con un sellador endodóntico, mejoran sus propiedades antibacterianas porque inhiben el crecimiento de microorganismos presentes en el sistema de conductos radiculares (26).

Crecimiento de patógenos bucales en el conducto radicular: El crecimiento de patógenos orales en el conducto radicular es un proceso complejo que ocurre cuando las bacterias invaden la pulpa dental e infectan el sistema de conductos radiculares, lo cual provoca el crecimiento de patógenos orales en el conducto radicular (47).

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.7.1. Técnica

Obtención de los selladores endodónticos mezclados con extractos vegetales:

En cuanto al sellador a base de óxido de zinc y eugenol, se utilizó un producto disponible comercialmente (Endofill) y se preparó siguiendo estrictamente las recomendaciones del fabricante.

Los aceites esenciales de tomillo y copaiba, por su parte, fueron adquiridos comercialmente, así como el extracto de semillas de achiote. Luego de disponer de estos aceites, se prepararán tres pastas base diferentes agregando tomillo (G1), copaiba (G2) y achiote (G3) en concentraciones de masa de 0.5 % en peso. Además, como control se utilizó una pasta base sin adición de aceites esenciales ni tintura.

Preparación de los inóculos:

Para cada cepa bacteriana se prepararon inóculos y se recogieron las colonias de *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 y *Streptococcus mutans* ATCC 25175, para lo cual se contó con la ayuda de un asa circular de 4 mm de diámetro interno previamente esterilizada a fin de disolver las colonias en los respectivos tubos de ensayo que contendrán 5 ml de solución salina al 0.85% para producir una turbidez de 0.5 en la escala de McFarland. Además, se usaron placas de Petri de 90 mm de diámetro, que contenían agar Mueller-Hinton de 4 mm de espesor.

Para garantizar la distribución uniforme de los inóculos, las respectivas diluciones bacterianas se frotaron uniformemente en placas de agar respectivas recién preparadas. En cada placa (para cada cepa bacteriana individual) se crearon pozos de 6 mm de diámetro con la ayuda de pozos de cobre previamente fabricados y esterilizados. Cada pocillo se llenó luego con los tres selladores probados mezclados con tres extractos vegetales y con el control.

Evaluación del efecto antibacteriano:

Cada muestra con el respectivo tratamiento fue incubada durante 24 horas a 37° C, tiempo después del cual se realizó la primera medición en milímetros (mm) de los halos de inhibición utilizando un pie de rey; de igual manera, a las 48 horas se realizó la segunda medición. Dichos datos fueron correctamente registrados en la ficha de evaluación o recopilación de información.

3.7.2. Descripción de instrumentos

Se utilizó como instrumento para el recojo de datos una ficha de evaluación, la cual fue de elaboración propia y sirvió para colocar los datos generados en el laboratorio.

En esta, se elaboró una tabla para cada cepa bacteriana, en la cual se describió cada uno de los tratamientos (selladores endodónticos mezclados con extractos vegetales y grupo control).

3.7.3. Validación

Se desarrolló bajo el enfoque dictaminado por el "Juicio de expertos", lo cual incluyó la ratificación de la ficha de recolección de datos por parte de docentes y especialistas versados en investigación.

3.7.4. Confiabilidad

En vista de que se trabajará con una ficha de recolección de los resultados para apuntar lo observado, se optó por aplicar la confiabilidad entre evaluadores, pues es una de las técnicas de confiabilidad más comunes utilizadas para este tipo de instrumento. Para determinar la confiabilidad se evaluó el grado de acuerdo o consistencia entre diferentes observadores o evaluadores al recopilar datos. Esta técnica puede ayudar a garantizar que las observaciones registradas en la hoja de recolección sean precisas, consistentes y confiables.

3.8. Plan de procesamiento y análisis de datos

Se realizó pruebas estadísticas descriptivas (Microsoft Excel 2016) como media muestral (\bar{x}), desviación estándar (DE), Valor máximo muestral (Máx.) y valor mínimo muestral (Min) con el objetivo de conocer las características de los grupos de resultados. Luego, se realizó la estadística inferencial (IBM. SPSS Statistics, V25), la cual se comenzó por el análisis de normalidad por Shapiro Wilk ($n < 50$) para definir el empleo de estadísticas paramétricas o no paramétricas. Posteriormente, se ejecutó la prueba de

Análisis de Varianza de un factor (ANOVA) y prueba de homogeneidad de varianzas para evaluar el tipo de pruebas post hoc a emplear en la comparación múltiple de cada grupo de resultados. Finalmente, se aplicaron la prueba post hoc de Games Howell y la prueba post hoc de Tukey para conocer si entre los grupos de resultados de las pastas de prueba hay diferencias significativas con respecto a su eficacia antibacteriana frente a *Enterococcus faecalis* y *Streptococcus mutans*, respectivamente.

3.9. Aspectos éticos

Se garantizó que se sigan los principios éticos básicos de la investigación, en el que se incluya el respeto por las personas, la no maleficencia, la benevolencia y la justicia, para asegurar que la investigación sea ética y tenga un impacto positivo en la sociedad.

Asimismo, es necesario asegurarse de que las muestras utilizadas en la investigación sean obtenidas de forma ética y que se empleen métodos de cultivo seguros y eficaces. Además, se siguió los protocolos de bioseguridad apropiados para evitar cualquier riesgo potencial para los investigadores y otros involucrados en el proceso.

En general, se aplicaron los mismos principios éticos en una investigación *in vitro* que en cualquier otra investigación, con el objetivo de garantizar la integridad y la confianza en la investigación científica.

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

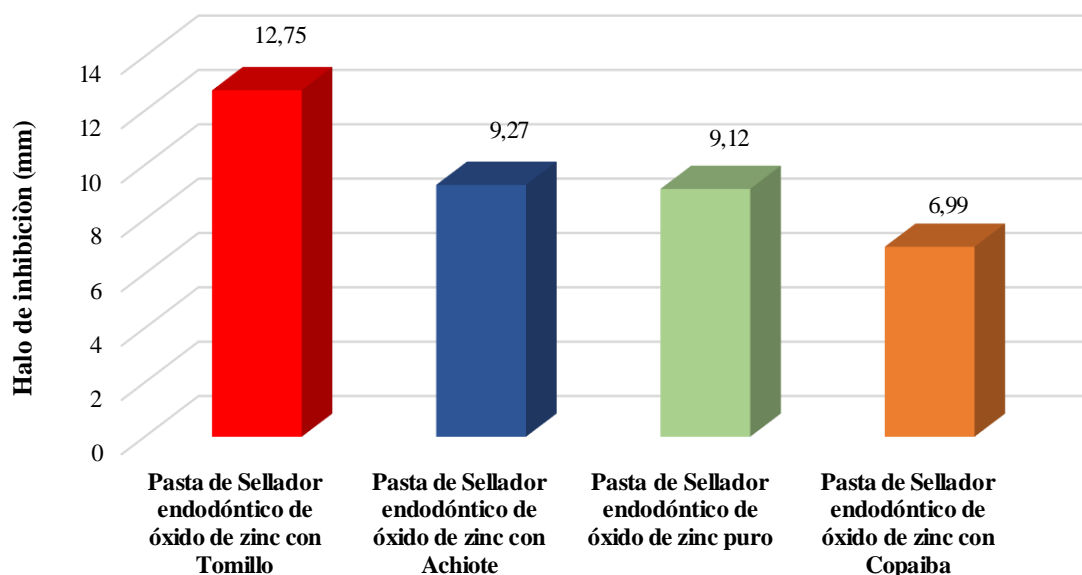
4.1. Resultados

4.1.1. Análisis descriptivo de los resultados

Tabla 1. Efectividad antibacteriana de las pastas de prueba ($n=10$) frente a *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 a las 24 horas

| Periodo de Tiempo | \bar{X} (mm) | DE | Min | Máx. |
|------------------------------------------------------------|----------------|------|------|-------|
| Pasta de Sellador endodóntico de óxido de zinc con Tomillo | 12,76 | 1,64 | 9,95 | 15,04 |
| Pasta de Sellador endodóntico de óxido de zinc con Copaiba | 6,99 | 0,55 | 6,31 | 8,05 |
| Pasta de Sellador endodóntico de óxido de zinc con Achioté | 9,27 | 1,51 | 7,01 | 12,10 |
| Pasta de Sellador endodóntico de óxido de zinc puro | 9,12 | 1,69 | 6,59 | 11,92 |

Gráfico 1. Efectividad antibacteriana de las pastas de prueba ($n=10$) frente a *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 a las 24 horas



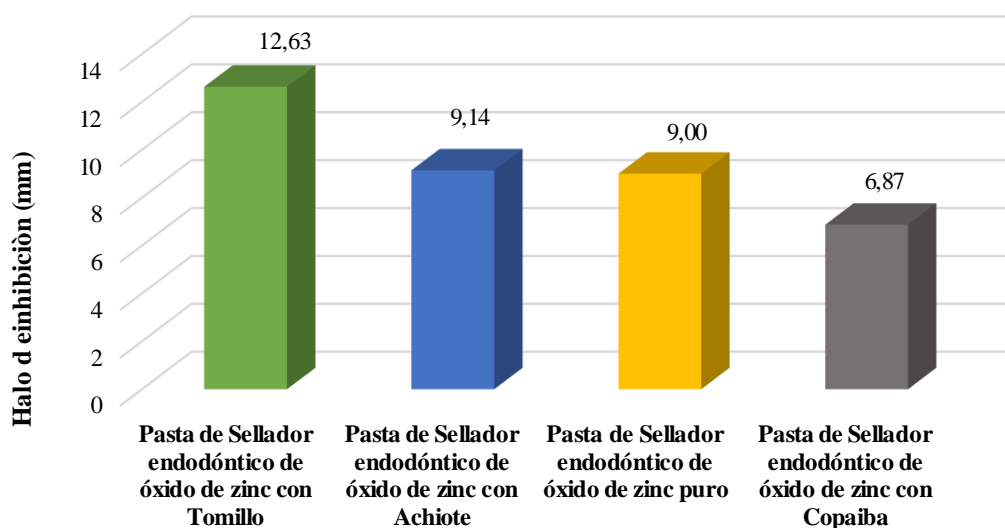
En la gráfica 1 y tabla 1, se observa que la pasta de sellador endodóntico a base de óxido de zinc con tomillo tiene el mayor promedio ($12,75 \pm 1,64\text{mm}$) con respecto a las demás pastas de prueba frente a *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 a las 24 horas de

incubación; seguido por el sellador endodóntico a base de óxido de zinc con achiote con un promedio de $9,27 \pm 1,51$ mm; asimismo, el sellador endodóntico de óxido de zinc puro utilizado como control obtuvo un promedio de halos de inhibición de $9,12 \pm 1,69$ mm; por último, quien obtuvo el menor promedio fue el sellador endodóntico mezclado con seguido por el sellador endodóntico a base de óxido de zinc con achiote con un promedio de $9,27 \pm 1,51$ mm; asimismo, el sellador endodóntico de óxido de zinc puro utilizado como control obtuvo un promedio de halos de inhibición de $9,12 \pm 1,69$ mm; por último, quien obtuvo el menor promedio fue el sellador endodóntico mezclado con copaiba, dando una medida promedio de $6,99 \pm 0,55$ mm.

Tabla 2. Efectividad antibacteriana de las pastas de prueba ($n=10$) frente a *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 a las 48 horas

| Periodo de Tiempo | \bar{X} (mm) | DE | Min | Máx. |
|------------------------------------------------------------|----------------|------|------|-------|
| Pasta de Sellador endodóntico de óxido de zinc con Tomillo | 12,63 | 1,65 | 9,83 | 14,93 |
| Pasta de Sellador endodóntico de óxido de zinc con Copaiba | 6,87 | 0,54 | 6,18 | 7,90 |
| Pasta de Sellador endodóntico de óxido de zinc con Achiote | 9,14 | 1,50 | 6,89 | 11,97 |
| Pasta de Sellador endodóntico de óxido de zinc puro | 9,00 | 1,68 | 6,47 | 11,77 |

Gráfico 2. Efectividad antibacteriana de las pastas de prueba ($n=10$) frente a *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 a las 48 horas

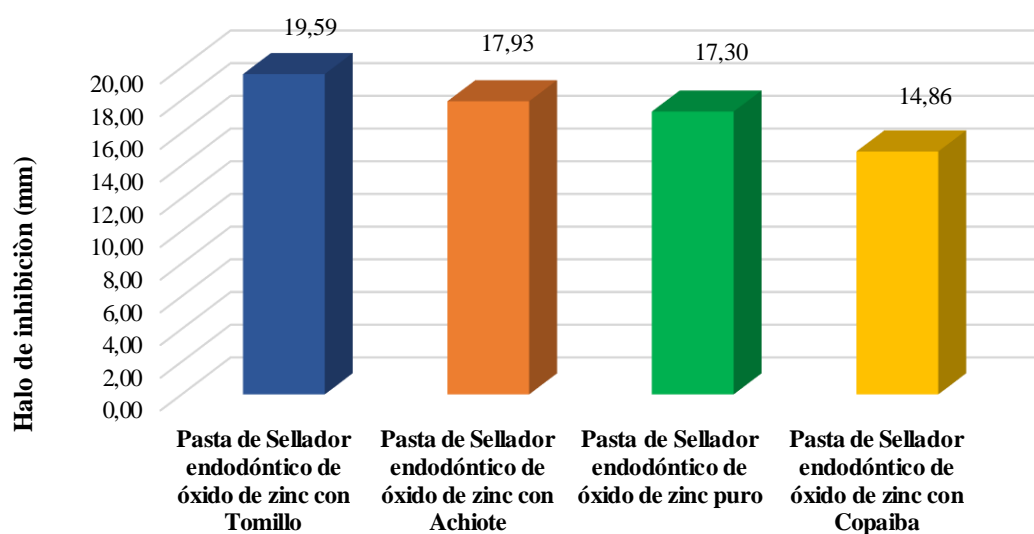


En el gráfico 2 y tabla 2, se observa que la pasta de sellador endodóntico a base de óxido de zinc con tomillo tiene el mayor promedio ($12,63 \pm 1,65\text{mm}$) con respecto a las demás pastas de prueba frente a *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 a las 48 horas de incubación; seguido por el sellador endodóntico a base de óxido de zinc con achiote con un promedio de $9,14 \pm 1,50\text{ mm}$; asimismo, el sellador endodóntico de óxido de zinc puro utilizado como control obtuvo un promedio de halos de inhibición de $9,00 \pm 1,68\text{ mm}$; por último, quien obtuvo el menor promedio fue el sellador endodóntico mezclado con copaiba, dando una medida promedio de $6,87 \pm 0,54\text{ mm}$.

Tabla 3. Efectividad antibacteriana de las pastas de prueba ($n=10$) frente a *Streptococcus mutans* ATCC 25175 a las 24 horas

| Periodo de Tiempo | \bar{X} (mm) | DE | Mín | Máx. |
|------------------------------------------------------------|----------------|------|-------|-------|
| Pasta de Sellador endodóntico de óxido de zinc con Tomillo | 19,59 | 2,07 | 16,26 | 23,02 |
| Pasta de Sellador endodóntico de óxido de zinc con Copaiba | 14,86 | 3,36 | 9,15 | 20,85 |
| Pasta de Sellador endodóntico de óxido de zinc con Achiote | 17,93 | 2,32 | 15,15 | 21,88 |
| Pasta de Sellador endodóntico de óxido de zinc puro | 17,30 | 2,45 | 12,94 | 20,19 |

Gráfico 3. Efectividad antibacteriana de las pastas de prueba ($n=10$) frente a *Streptococcus mutans* ATCC 25175 a las 24 horas

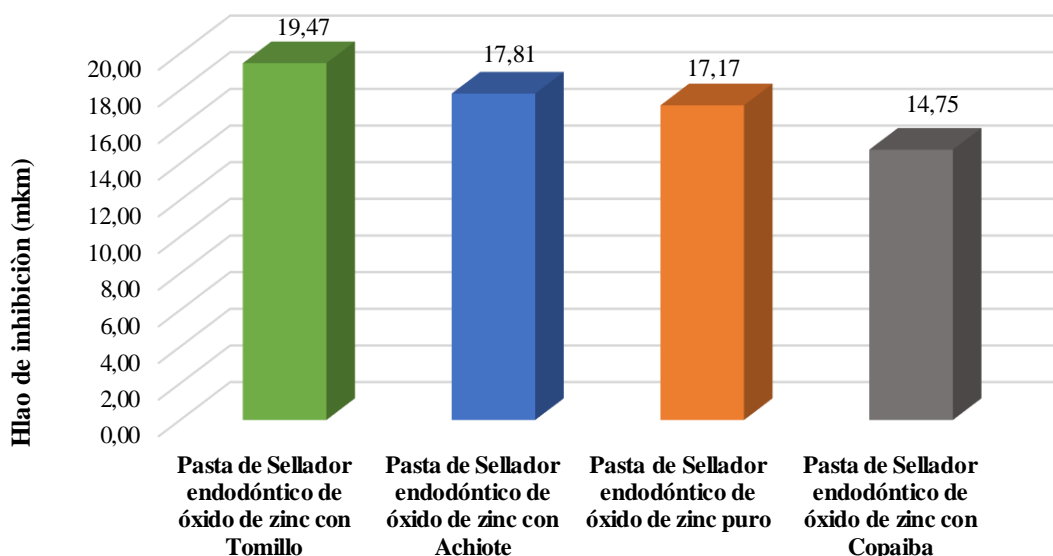


En el gráfico 3 y tabla 3, se observa que la pasta de sellador endodóntico a base de óxido de zinc con tomillo tiene el mayor promedio ($19,59 \pm 2,07$ mm) con respecto a las demás pastas de prueba frente a *Streptococcus mutans* ATCC 25175 a las 24 horas de incubación; seguido por el sellador endodóntico a base de óxido de zinc con achiote con un promedio de $17,93 \pm 2,32$ mm; asimismo, el sellador endodóntico de óxido de zinc puro utilizado como control obtuvo un promedio de halos de inhibición de $17,30 \pm 2,45$ mm; por último, quien obtuvo el menor promedio fue el sellador endodóntico mezclado con copaiba, dando una medida promedio de $14,86 \pm 3,36$ mm.

Tabla 4. Efectividad antibacteriana de las pastas de prueba ($n=10$) frente a *Streptococcus mutans* ATCC 25175 a las 48 horas

| Periodo de Tiempo | \bar{X} (mm) | DE | Mín | Máx. |
|------------------------------------------------------------|----------------|------|-------|-------|
| Pasta de Sellador endodóntico de óxido de zinc con Tomillo | 19,47 | 2,06 | 16,13 | 22,89 |
| Pasta de Sellador endodóntico de óxido de zinc con Copaiba | 14,75 | 3,37 | 9,04 | 20,76 |
| Pasta de Sellador endodóntico de óxido de zinc con Achiote | 17,81 | 2,32 | 15,01 | 21,75 |
| Pasta de Sellador endodóntico de óxido de zinc puro | 17,17 | 2,45 | 12,80 | 20,06 |

Gráfico 4. Efectividad antibacteriana de las pastas de prueba ($n=10$) frente a *Streptococcus mutans* ATCC 25175 a las 48 horas



En el gráfico 4 y tabla 4, se observa que la pasta de sellador endodóntico a base de óxido de zinc con tomillo tiene el mayor promedio ($19,47 \pm 2,06$ mm) con respecto a las demás pastas de prueba frente a *Streptococcus mutans* ATCC 25175 a las 48 horas de incubación; seguido por el sellador endodóntico a base de óxido de zinc con achiote con un promedio de $17,81 \pm 2,32$ mm; asimismo, el sellador endodóntico de óxido de zinc puro utilizado como control obtuvo un promedio de halos de inhibición de $17,17 \pm 2,45$ mm; por último, quien obtuvo el menor promedio fue el sellador endodóntico mezclado con copaiba, dando una medida promedio de $14,75 \pm 3,37$ mm.

Análisis de normalidad de resultados

Se realiza para determinar qué análisis estadístico (paramétrico o no paramétrico) usar en los objetivos de la investigación.

Tabla 5. Análisis de Normalidad por Shapiro Wilk ($n=10$) de las pastas de prueba frente a *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 a las 24 y 48 horas

| Sustancia de prueba | Valor p | |
|------------------------------------------------------------|----------|----------|
| | 24 horas | 48 horas |
| Pasta de sellador endodóntico de óxido de zinc con tomillo | 0,520 | 0,494 |
| Pasta de sellador endodóntico de óxido de zinc con copaiba | 0,447 | 0,501 |
| Pasta de sellador endodóntico de óxido de zinc con Achiote | 0,981 | 0,979 |
| Pasta de sellador endodóntico de óxido de zinc puro | 0,927 | 0,938 |

Nivel de significancia ($\alpha =0,05$)

De la **tabla 5**, se infiere que el conjunto de resultados de los halos de inhibición de las pastas de prueba a las 24 y 48 horas de incubación frente a *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 presentan una distribución normal para la pasta de sellador endodóntico de óxido de zinc con tomillo ($p>0.05$), la pasta de sellador endodóntico de óxido de zinc con copaiba ($p>0.05$), la pasta de sellador

endodóntico de óxido de zinc con achiote, ($p>0.05$) y la pasta de sellador endodóntico de óxido de zinc puro ($p>0.05$). Se puede concluir que como se presentan grupos de datos con distribución normal, se recomienda usar estadísticos paramétricos para analizar los resultados como las pruebas de ANOVA y homogeneidad de varianzas.

Tabla 6. *Análisis de Normalidad por Shapiro Wilk ($n=10$) de las pastas de prueba frente a *Streptococcus mutans* ATCC 25175 a las 24 y 48 horas*

| Sustancia de prueba | Valor p | |
|------------------------------------------------------------|----------|----------|
| | 24 horas | 48 horas |
| Pasta de sellador endodóntico de óxido de zinc con tomillo | 0,821 | 0,839 |
| Pasta de sellador endodóntico de óxido de zinc con copaiba | 0,792 | 0,783 |
| Pasta de sellador endodóntico de óxido de zinc con Achiote | 0,295 | 0,289 |
| Pasta de sellador endodóntico de óxido de zinc puro | 0,345 | 0,352 |

Nivel de significancia ($\alpha =0,05$)

De la **tabla 6**, se infiere que el conjunto de resultados de los halos de inhibición de las pastas de prueba a las 24 y 48 horas de incubación frente a *Streptococcus mutans* ATCC 25175 presentan una distribución normal para la pasta de sellador endodóntico de óxido de zinc con tomillo ($p>0.05$), la pasta de sellador endodóntico de óxido de zinc con copaiba ($p>0.05$), la pasta de sellador endodóntico de óxido de zinc con achiote, ($p>0.05$) y la pasta de sellador endodóntico de óxido de zinc puro ($p>0.05$). Por tanto, se puede concluir que como se presentan grupos de datos con distribución normal, se recomienda usar estadísticos paramétricos para analizar los resultados como las pruebas de ANOVA y homogeneidad de varianzas.

Análisis de varianza de un factor (ANOVA), prueba post hoc de Games Howell y prueba post hoc de Tukey

Se utilizó esta prueba para evaluar si existen diferencias significativas entre las distintas pastas de prueba en estudio en el mismo periodo de tiempo.

Tabla 7. Media y desviación estándar ($n=10$) de los halos de inhibición (mm) de pastas de prueba en estudio frente a *Enterococcus faecalis* ATCC 29212

| Periodo de Tiempo | X (mm) ± DE | | | | Valor p ANOVA |
|-------------------|----------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|------------------|
| | Óxido de zinc y <i>Thymus vulgaris</i> | Óxido de zinc y <i>Copaifera sp.</i> | Óxido de zinc <i>Bixa orellana</i> | Óxido de zinc puro | |
| 24 horas | 12,76 ± 1,64 ^a | 6,99 ± 0,55 ^b | 9,27 ± 1,51 ^c | 9,12 ± 1,69 ^c | <0.001 |
| 48 horas | 12,63 ± 1,65 ^d | 6,87 ± 0,54 ^e | 9,14 ± 1,50 ^f | 9,00 ± 1,68 ^f | |

Nivel de significancia $\alpha=0,05$; Prueba Post hoc de Games Howell (Comparaciones múltiples en un solo periodo de tiempo) Superíndices diferentes indican que existe diferencia significativa entre los resultados de las pastas de prueba. Prueba de ajuste de Bonferroni para comparaciones a las 24 y 48 horas (Anova de medidas repetidas)

Según la tabla 7, se puede observar que existe diferencias significativas entre los grupos de resultados por la prueba de ANOVA ($p<0,001$) a las 24 y 48 horas de incubación. Sin embargo, se observa que no existe diferencia entre los resultados de la pasta de sellador endodóntico de óxido de zinc y achiote con la pasta de sellador endodóntico de óxido de zinc puro ($p>0,05$) a las 24 horas ni a las 48 horas de incubación.

Tabla 8. Media y desviación estándar ($n=10$) de los halos de inhibición (mm) de pastas de prueba en estudio frente a *Streptococcus mutans* ATCC 25175

| Periodo de Tiempo | X (mm) ± DE | | | | Valor p ANOVA |
|-------------------|----------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|------------------|
| | Óxido de zinc y <i>Thymus vulgaris</i> | Óxido de zinc y <i>Copaifera sp.</i> | Óxido de zinc y <i>Bixa orellana</i> | Óxido de zinc puro | |
| 24 horas | 19,59 ± 2,07 ^{Ba} | 14,86 ± 3,36 ^{Ca} | 17,93 ± 2,32 ^a | 17,30 ± 2,45 ^a | <0.001 |
| 48 horas | 19,47 ± 2,06 ^{Ed} | 14,75 ± 3,37 ^{Ed} | 17,81 ± 2,32 ^d | 17,17 ± 2,45 ^d | |

Nivel de significancia $\alpha=0,05$; Prueba post hoc de Tukey (Comparaciones múltiples en un solo periodo de tiempo). Superíndices diferentes indican que existe diferencia significativa entre los resultados de las pastas de prueba. Prueba de ajuste de Bonferroni para varias comparaciones a las 24 y 48 horas (Anova de medidas repetidas)

Según la tabla 8, se puede observar que existe diferencias significativas entre los grupos de resultados de la pasta de sellador endodóntico a base de óxido de zinc con tomillo y del sellador endodóntico a base de óxido de zinc con copaiba, lo cual se observa en la prueba de ANOVA ($p < 0,001$) y se demuestra en la prueba post hoc de Tukey ($p < 0,05$) a las 24 y 48 horas de incubación. Sin embargo, se observa que no existe diferencia entre los resultados de la pasta de sellador endodóntico de óxido de zinc y achiote con respecto a la pasta de sellador endodóntico de óxido de zinc puro, también respecto a la pasta de sellador endodóntico de óxido de zinc con copaiba y, por último, respecto a la pasta de sellador endodóntico de óxido de zinc y tomillo ($p > 0,05$) a las 24 horas ni a las 48 horas de incubación.

4.1.2 Prueba de hipótesis

Hipótesis General:

Ho: Los extractos vegetales mezclados con un sellador endodóntico no presentan un efecto sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular.

Hi: Los extractos vegetales mezclados con un sellador endodóntico presentan un efecto sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular.

Según tabla 7 y tabla 8, se puede observar que los promedios de la pasta de sellador endodóntico de óxido de zinc con tomillo, la pasta de sellador endodóntico de óxido de zinc con achiote y la pasta de sellador endodóntico de óxido de zinc con copaiba son mayores de cero en las 24 y 48 horas de estudio. Por lo cual, se comprueba la hipótesis alternativa sobre el efecto inhibitorio de estas pastas de prueba sobre el crecimiento de patógenos bucales como *Enterococcus faecalis* y *Streptococcus mutans*.

Hipótesis Específicas

Hi¹: El tomillo (*Thymus vulgaris*) mezclado con el sellador a base de óxido de zinc presenta un efecto sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular.

Ho¹: El tomillo (*Thymus vulgaris*) mezclado con el sellador a base de óxido de zinc no presenta un efecto sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular.

Según tabla 7 y tabla 8, se puede observar que los promedios a las 24 y 48 horas de estudio de la pasta de sellador endodóntico a base de óxido de zinc y tomillo (*Thymus vulgaris*) frente a *Enterococcus faecalis* y *Streptococcus mutans* son mayores que cero. Por lo cual, se comprueba la hipótesis alternativa específica 1, la cual considera un efecto inhibitorio sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular.

Hi²: La copaiba (*Copaifera* sp.) mezclado con el sellador a base de óxido de zinc presenta un efecto sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular.

Ho²: La copaiba (*Copaifera* sp.) mezclado con el sellador a base de óxido de zinc no presenta un efecto sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular

Según tabla 7 y tabla 8, se puede observar que los promedios a las 24 y 48 horas de estudio de la pasta de sellador endodóntico a base de óxido de zinc y copaiba (*Copaifera* sp.) frente a *Enterococcus faecalis* y *Streptococcus mutans* son mayores que cero. Por lo cual, se comprueba la hipótesis alternativa específica 2, la cual considera un efecto inhibitorio sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular por parte de dicha pasta.

Hi³: El achiote (*Bixa orellana*) mezclado con el sellador a base de óxido de zinc presenta un efecto sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular.

Ho: El achiote (*Bixa orellana*) mezclado con el sellador a base de óxido de zinc no presenta un efecto sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular.

Según tabla 7 y tabla 8, se puede observar que los promedios a las 24 y 48 horas de estudio de la pasta de sellador endodóntico a base de óxido de zinc y achiote (*Bixa orellana*.) frente a *Enterococcus faecalis* y *Streptococcus mutans* son mayores que cero. Por lo cual, se comprueba la hipótesis alternativa específica 3, la cual considera un efecto inhibitorio sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular por parte de dicha pasta de prueba.

4.1.3 Discusión de resultados

El presente estudio de tipo aplicado y cuyo diseño experimental fue *in – vitro*; tuvo por objetivo general “Evaluar el efecto de extractos vegetales mezclados con un sellador endodóntico sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular”.

De acuerdo a los hallazgos observados se demostró que los tres extractos vegetales evaluados (tomillo, copaiba y achiote) mezclados con un sellador endodóntico a base de zinc tuvieron efecto inhibitorio sobre el crecimiento de los patógenos bucales *Enterococcus faecalis* y *Streptococcus mutans*, ya que al realizar los ensayos en placas petri, para cada grupo de prueba, los halos de inhibición generados en torno a los microorganismos fueron mayores que cero, tanto en la primera evaluación a las primeras 24 horas como a las 48 horas. Cabe resaltar que, el mayor efecto lo tuvo el sellador endodóntico adicionado con tomillo, y este; además, tuvo un efecto mayor que el sellador endodóntico puro. En este sentido, se resalta la capacidad antimicrobiana que contienen numerosos extractos vegetales, hecho que se comprueba en diferentes estudios que evaluaron las capacidades de inhibición de diversos productos vegetales, tales como la investigación de **Coelho et al. (9)**, quienes indican que la incorporación de extractos vegetales en concentraciones relevantes demostró el potencial antimicrobiano de tres especies de plantas diferentes en selladores endodónticos experimentales frente a los

patógenos *Enterococcus faecalis* y *Streptococcus mutans*. De manera similar, el reporte de **Peedikayil et al. (14)**, demostró que el óxido de zinc con mezclas de aceites vegetales mostró una actividad antimicrobiana significativa contra *E. faecalis* incluso superior que el producto convencional a base de óxido de zinc con eugenol, mostrando la máxima actividad antimicrobiana contra *E. faecalis*. En concordancia con lo determinado por **Saha et al. (17)**, quienes en su artículo informaron que el sellador a base de óxido de eugenol y óxido de zinc con extractos de hierbas produjo las zonas inhibitoras notablemente mayores que el producto endodóntico puro frente a la actividad de diferentes microorganismos, entre ellos, *E. faecalis*. Al igual que lo concluido por **Devi et al. (18)**, quienes indican que la efectividad antimicrobiana de los selladores endodónticos a base de eugenol y óxido de zinc incrementó al añadirse extractos origen vegetal.

Por otra parte, en referencia al primer objetivo específico, que buscó “Determinar el efecto del tomillo (*Thymus vulgaris*) mezclado con el sellador a base de óxido de zinc sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular”. Se obtuvo que, al añadir este componente vegetal al sellador endodóntico a base de óxido de zinc, este tuvo un mayor efecto antibacteriano, formando halos de inhibición para *Enterococcus faecalis* un promedio de halos de inhibición de $12,75 \pm 1,64\text{mm}$ y $12,63 \pm 1,65\text{mm}$ para las evaluaciones a las 24 y 48 horas, respectivamente; mientras que para el patógeno *Streptococcus mutans*, los halos de inhibición tuvieron un promedio mayor de $19,59 \pm 2,07\text{mm}$ y $19,47 \pm 2,06\text{mm}$ para los tiempos de 24 y 48 horas, respectivamente. Estos hallazgos coinciden con lo obtenido por **Thosar et al. (19)**, quienes reportaron que las zonas de inhibición bacteriana fueron más altas para la pasta a base de óxido de zinc mezclado con aceite de tomillo contra los microorganismos patógenos *E. faecalis*, con un promedio de $28 \pm 1,78$. Si bien se observa que el estudio de Thosar et al. tuvo resultados

superiores a los del presente estudio, se considera que la efectividad sigue siendo representativa; asimismo, esta diferencia en las medidas de halos de inhibición puede estar justificada por diferentes factores, tales como una mayor concentración en los aceites, así como una mejor calidad o diferencias en el tamaño de las muestras evaluadas.

En cuanto al segundo objetivo específico, que plantea “Determinar el efecto de la copaiba (*Copaifera* sp.) mezclada con el sellador a base de óxido de zinc sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular”. Los hallazgos indican que al mezclar este componente de origen vegetal con el sellador endodóntico a base de óxido de zinc, se encontraron promedios de halos de inhibición para *Enterococcus faecalis*, de $6,99 \pm 0,55$ mm y $6,87 \pm 0,54$ mm para las muestras evaluadas a las 24 y 48 horas, respectivamente y para *Streptococcus mutans* con un promedio de diámetro de halo de inhibición de $14,86 \pm 3,36$ mm y $14,75 \pm 3,37$ mm para las 24 y 48 horas de evaluación, respectivamente. Esto demuestra que, si bien existe efecto antimicrobiano, este fue menor que lo obtenido con las otras mezclas vegetales e incluso que el tratamiento realizado con sellador endodóntico puro, por lo que se considera que el aceite de copaiba mostró menor efectividad. Dichos hallazgos difieren con lo señalado por **Reiznautt et al. (16)**, quienes encontraron que el aceite de copaiba incrementó el efecto antimicrobiano de los selladores evaluados después de 1 y 24 horas, mostrando una significando $p < 0,05$; sin embargo, sigue siendo consistente con lo encontrado en el presente estudio, ya que se mantiene la premisa sobre el efecto antibacteriano de este compuesto.

Por último, en relación al tercer objetivo específico que propone “Determinar el efecto del achiote (*Bixa orellana*) mezclado con el sellador a base de óxido de zinc sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular”. Se encontró que al añadir extracto de esta especie botánica al sellador endodóntico a base de óxido de zinc, se identificaron promedios de halos de inhibición para *Enterococcus faecalis*, de $9,27 \pm 1,51$

mm y $9,14 \pm 1,50$ mm para las muestras evaluadas a las 24 y 48 horas, respectivamente y para *Streptococcus mutans* con un promedio de diámetro de halo de inhibición de $17,93 \pm 2,32$ mm y $17,81 \pm 2,32$ mm para las 24 y 48 horas de evaluación, respectivamente. Resultados que coinciden con la investigación de **Coelho et al. (9)**, la cual señala que para *S. mutans*, *B. orellana* presentó actividad antibacteriana a las 24 h de contacto ($p < 0,05$) y así como contra *E. faecalis* ($p < 0,05$). Por lo tanto, se determinó que la incorporación del extracto de achiote en concentraciones relevantes demostró el potencial antimicrobiano.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Primero:

Los tres extractos vegetales evaluados (tomillo, copaiba y achiote) mezclados con un sellador endodóntico a base de zinc demostraron tener efecto inhibitorio sobre el crecimiento de patógenos bucales del conducto radicular como *Enterococcus faecalis* y *Streptococcus mutans*.

Segundo:

El tomillo (*Thymus vulgaris*) mezclado con el sellador a base de óxido de zinc, presentó promedios a las 24 y 48 horas de estudio frente a *Enterococcus faecalis* ($12,75 \pm 1,64\text{mm}$ y $12,63 \pm 1,65\text{mm}$, respectivamente) y *Streptococcus mutans* ($19,59 \pm 2,07\text{mm}$ y $19,47 \pm 2,06\text{mm}$, respectivamente); por lo tanto, demostró efecto inhibitorio sobre el crecimiento de estos patógenos bucales del conducto radicular.

Tercero:

La copaiba (*Copaifera* sp.) mezclada con el sellador a base de óxido de zinc, presentó promedios a las 24 y 48 horas de estudio frente a *Enterococcus faecalis* ($6,99 \pm 0,55\text{mm}$ y $6,87 \pm 0,54 \text{ mm.}$, respectivamente) y *Streptococcus mutans* ($14,86 \pm 3,36 \text{ mm}$ y $14,75 \pm 3,37 \text{ mm}$, respectivamente); por lo tanto, demostró efecto inhibitorio sobre el crecimiento de estos patógenos bucales del conducto radicular.

Cuarto:

El achiote (*Bixa orellana*) mezclado con el sellador a base de óxido de zinc, presentó promedios a las 24 y 48 horas de estudio frente a *Enterococcus faecalis*

($9,27 \pm 1,51$ mm y $9,14 \pm 1,50$ mm, respectivamente) y *Streptococcus mutans* ($17,93 \pm 2,32$ mm y $17,81 \pm 2,32$ mm, respectivamente); por lo tanto, demostró efecto inhibitorio sobre el crecimiento de estos patógenos bucales del conducto radicular.

5.2. Recomendaciones

Primero:

Se recomienda considerar el uso de extractos vegetales como aditivo en selladores endodónticos para el tratamiento de patógenos bucales del conducto radicular, por lo que; además, es importante fomentar la investigación adicional en este campo para explorar aún más las propiedades antimicrobianas de plantas medicinales y su potencial aplicación en la odontología, fomentando así la innovación y la mejora continua de los tratamientos endodónticos.

Segundo:

Los resultados muestran que el tomillo logró promedios mayores de inhibición en comparación con los otros extractos vegetales evaluados; por lo tanto, se recomienda considerar el uso de tomillo como aditivo en selladores endodónticos para el tratamiento de patógenos bucales del conducto radicular; además de recomienda realizar más ensayos para garantizar la seguridad en su uso.

Tercero:

En cuanto a la copaiba, aunque los promedios de inhibición fueron ligeramente inferiores en comparación con el tomillo, aún demostró ser efectiva en la reducción del crecimiento de estos patógenos bucales; por lo tanto, se recomienda considerar el uso de copaiba como un aditivo en selladores endodónticos para abordar los patógenos del conducto radicular. Además, se alienta a los investigadores a seguir

explorando las propiedades antimicrobianas de la copaiba y su potencial aplicación clínica, lo que puede llevar a avances significativos en el campo de la endodoncia.

Cuarto:

Finalmente, basado en los resultados para el achiote, aunque los promedios de inhibición fueron menores en comparación con el tomillo, sigue siendo un resultado prometedor; por lo tanto, se sugiere considerar la incorporación de achiote como aditivo en selladores endodónticos para el tratamiento de patógenos bucales del conducto radicular. Al igual que con los otros extractos vegetales, se destaca la importancia de llevar a cabo estudios adicionales para profundizar en las propiedades antimicrobianas del achiote y su potencial uso en odontología.

REFERENCIAS

1. Niazi S, Bakhsh A. Association between Endodontic Infection, Its Treatment and Systemic Health: A Narrative Review. *Medicina (B Aires)*. 2022;58(7):931.
2. Abusrewil S, Alshanta O, Albashaireh K, Alqahtani S, Nile C, Scott J, et al. Detection, treatment and prevention of endodontic biofilm infections: what's new in 2020? *Crit Rev Microbiol*. 2020;46(2):194–212.
3. Siqueira J, Rôças I. Present status and future directions: Microbiology of endodontic infections. *Int Endod J*. 2022;55(3):512–30.
4. Jakovljevic A, Nikolic N, Jacimovic J, Pavlovic O, Milicic B, Beljic K, et al. Prevalence of Apical Periodontitis and Conventional Nonsurgical Root Canal Treatment in General Adult Population: An Updated Systematic Review and Meta-analysis of Cross-sectional Studies Published between 2012 and 2020. *J Endod*. 2020;46(10):1371–86.
5. Wong J, Manoil D, Näsman P, Belibasakis G, Neelakantan P. Microbiological Aspects of Root Canal Infections and Disinfection Strategies: An Update Review on the Current Knowledge and Challenges. *Front Oral Heal*. 2021;2(672887):1–19.
6. Meirinhos J, Martins J, Pereira B, Baruwa A, Gouveia J, Quaresma S, et al. Prevalence of apical periodontitis and its association with previous root canal treatment, root canal filling length and type of coronal restoration – a cross-sectional study. *Int Endod J*. 2020;53(4):573–84.
7. Chitra S, Mathew N, Jayalakshmi S, Balakumar S, Rajeshkumar S, Ramya R. Strategies of Bioceramics, Bioactive Glasses in Endodontics: Future Perspectives

- of Restorative Dentistry. *Biomed Res Int.* 2022;2022(25300156):1–12.
8. Mireles A, Aguilera L, Robles M, Villanueva G, Cepeda O, Araujo R, et al. Cytotoxicity and biocompatibility of a new endodontic sealant with polymethylsiloxane and Tyzor AA. *Int J Polym Mater Polym Biomater.* 2023;72(1):40–8.
 9. Coelho D, da Silva A, Rodrigues L, Cuevas C, Silva J, Feres M, et al. Antimicrobial and physical properties of experimental endodontic sealers containing vegetable extracts. *Sci Rep.* 2021;11(6450):1–10.
 10. Moghadam E, Yazdanian M, Tahmasebi E, Tebyanian H, Ranjbar R, Yazdanian A, et al. Current herbal medicine as an alternative treatment in dentistry: In vitro, in vivo and clinical studies. *Eur J Pharmacol.* 2020;889(173665):1–23.
 11. Quea E. Eficacia antimicrobiana del cemento portland con y sin nanopartículas de plata comparado con el mineral trióxido agregado frente a *Enterococcus faecalis* y *Candida albicans*. Universidad Federico Villareal; 2022.
 12. Chambilla K. Efecto Antimicrobiano de Tres Cementos Selladores (a base de resina, hidróxido de calcio, óxido de zinc y eugenol) Usado en el Área de Endodoncia Frente A *Enterococcus faecalis*. Universidad Privada de Tacna; 2021.
 13. Meza J. Efecto de un cemento puro de polvo de *Theobroma cacao* l. y combinado con óxido de zinc en la proliferación bacteriana de la microflora de abscesos dentarios, laboratorio de análisis clínicos UCSM. Arequipa, 2017. Universidad Católica de Santa María; 2018.
 14. Peedikayil F, Ansari A, Tp C, Kottayi S, Tp A, Ismail S. Comparison of

- antimicrobial effect of various oils mixed with zinc oxide – an ex vivo, in vitro study. *Rom J Infect Dis.* 2021;24(2):87–93.
15. Habib S, Sadek H, Hasanin M, Bayoumi R. Antimicrobial Activity, Physical Properties and Sealing Ability of Epoxy Resin-Based Sealer Impregnated with Green Tea Extract-Chitosan Microcapsules: An In-Vitro Study. *Egypt Dent J.* 2021;67(3):2309–19.
 16. Reiznautt C, Ribeiro J, Kreps E, da Rosa W, de Lacerda H, Peralta S, et al. Development and properties of endodontic resin sealers with natural oils. *J Dent.* 2021;104(103538):1–7.
 17. Saha S, Dhinsa G, Ghoshal U, Hussain, Fatima A, Nag S, et al. Influence of plant extracts mixed with endodontic sealers on the growth of oral pathogens in root canal: An in vitro study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 2019;37(1):39–45.
 18. Devi M, Saha S, Tripathi A, Dhinsa K, Kalra S, Ghoshal U. Evaluation of the Antimicrobial Efficacy of Herbal Extracts Added to Root Canal Sealers of Different Bases: An In Vitro Study. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2019;12(5):398–404.
 19. Thosar N, Chandak M, Bhat M, Basak S. Evaluation of Antimicrobial Activity of Two Endodontic Sealers: Zinc Oxide with Thyme Oil and Zinc Oxide Eugenol against Root Canal Microorganisms—An in vitro Study. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2018;11(2):79–82.
 20. Huang Y, Li H, Zhu CG, Zhou X, Wang H, Han Q, et al. Anti-bacterial and antimicrobial aging effects of resin-based sealant modified by quaternary ammonium monomers. *J Dent.* 2021;112(103767):1–8.
 21. Violette P, Vernooij R, Aoki Y, Agarwal A, Cartwright R, Arai Y, et al. An

- international survey on the use of thromboprophylaxis in urological surgery. *Eur Urol Suppl.* 2018;17(2):1563–4.
22. Komabayashi T, Colmenar D, Cvach N, Bhat A, Primus C, Imai Y. Comprehensive review of current endodontic sealers. *Dent Mater J.* 2020;39(5):703–20.
23. Alves E, Tanomaru M, da Silva G, Delfino M, Cerri P, Guerreiro J. Biocompatibility and Bioactive Potential of New Calcium Silicate-based Endodontic Sealers: Bio-C Sealer and Sealer Plus BC. *J Endod.* 2020;46(10):1470–7.
24. Ferrari F, Guerreiro J, Bosso R, Espir C, Camilleri J, Tanomaru M. Solubility, porosity, dimensional and volumetric change of endodontic sealers. *Braz Dent J.* 2019;30(4):368–73.
25. Carrol D, Chassagne F, Dettweiler M, Quave C. Antibacterial activity of plant species used for oral health against *Porphyromonas gingivalis*. *PLoS One.* 2020;15(10):0239316.
26. Yadav B, Kabra P, Choudhary E. Herbal Alternatives to Endodontic Therapy: A Review. *Indian J Nat Sci.* 2021;12(66):31943–50.
27. Karobari M, Adil A, Assiry A, Basheer S, Noorani T, Pawar A, et al. Herbal Medications in Endodontics and Its Application—A Review of Literature. *Materials (Basel).* 2022;15(9):3111.
28. Colgate. Root Canal Procedure. *Salud Bucodental [Internet].* 2018; Disponible en: <https://www.colgate.es/oral-health/root-canals/illustrations-root-canal-treatment-from-start-to-finish>

29. Chellapandian K, Reddy T, Venkatesh V, Annapurani A. Bioceramic root canal sealers: A review. *Int J Health Sci (Qassim)*. 2022;6(3):5693–706.
30. Toledano M, Muñoz E, Aguilera F, Osorio E, González M, Pérez M, et al. A zinc oxide-modified hydroxyapatite-based cement favored sealing ability in endodontically treated teeth. *J Dent*. 2019;88(103162):1–8.
31. Aggarwal T, Prachi, Karol M, Charaya S, Birajdar R, Jain A. Smart materials in endodontics. *Int J Appl Dent Sci*. 2022;8(2):524–9.
32. Subbiya A, Kumar E, Anuradha B, Mitthra S. Properties and clinical application of resin based sealers: A review. *Eur J Mol Clin Med*. 2020;7(5):1287–92.
33. Patil S, Ramu R, Shirahatti P, Shivamallu C, Amachawadi R. A systematic review on ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacological aspects of *Thymus vulgaris* Linn. *Heliyon*. 2021;7(5):e07054.
34. Kuete V. *Thymus vulgaris*. En: *Medicinal Spices and Vegetables from Africa*. Elsevier Inc.; 2017. p. 599–609.
35. Silva A, Tewari D, Sureda A, Suntar I, Belwal T, Battino M, et al. The evidence of health benefits and food applications of *Thymus vulgaris* L. *Trends Food Sci Technol*. 2021;117(2021):218–27.
36. Micucci M, Protti M, Aldini R, Frosini M, Corazza I, Marzetti C, et al. *Thymus vulgaris* l. Essential oil solid formulation: Chemical profile and spasmolytic and antimicrobial effects. *Biomolecules*. 2020;10(6):860.
37. Galovičová L, Borotová P, Valková V, Vukovic N, Vukic M, Štefániková J, et al. *Thymus vulgaris* essential oil and its biological activity. *Plants*. 2021;10(9):1959.
38. Arruda C, Aldana J, Ribeiro V, Gambetas C, Gomes C, Sola R, et al. Occurrence,

- chemical composition, biological activities and analytical methods on *Copaifera* genus—A review. *Biomed Pharmacother.* 2019;109(2019):1–20.
39. de Benathar I, Almeida B, Rodrigues M, de Oliveira J, da Costa M, Ebling Â, et al. Potential of *Copaifera* spp. oleoresin for sustainable extraction in the Eastern Amazon. *Environ Dev Sustain.* 2021;23(7):10275–87.
40. dos Santos AC, Borges L, Goldemberg D, de Melo A, Spindola H. Anti-inflammatory and wound healing effect of *Copaiba* oleoresin on the oral cavity: A systematic review. *Heliyon.* 2022;8(2):e08993.
41. Tobouti P, de Andrade T, Pereira T, Mussi M. Antimicrobial activity of copaiba oil: A review and a call for further research. *Biomed Pharmacother.* 2017;94:93–9.
42. Hirko B, Getu A. *Bixa Orellana* (Annatto *Bixa*): A Review on Use, Structure, Extraction Methods and Analysis. *J Agron Technol Eng Manag.* 2022;5(1):687–96.
43. Maitra B, Halima M, Ahmed F, Ahmed N, Jahan H, Zia M, et al. Biosynthesis of *Bixa orellana* seed extract mediated silver nanoparticles with moderate antioxidant, antibacterial and antiproliferative activity. *Arab J Chem.* 2023;16(5):104675.
44. Pillai S, Soni S, Dhulap S, Hirwani R. Pharmacological and cosmeceutical applications of *Bixa Orellana* L.: A review of the scientific and patent literature. *Indian J Nat Prod Resour.* 2018;9(4):281–9.
45. Coelho D, Da Silva A, Ribeiro J, Rodrigues S, Campos Â, Lund R. *Bixa orellana* L. (Achiote, Annatto) as an antimicrobial agent: A scoping review of its

- efficiency and technological prospecting. *J Ethnopharmacol.* 2022;287(114961):1–24.
46. Teixeira J, Zeng S, Godoy G, Rivera R, Dobránszki J. *Bixa orellana* L. (achiote) tissue culture: a review. *Vitr Cell Dev Biol - Plant.* 2019;55:231–41.
47. Marinković J, Marković T, Brkić S, Radunović M, Soldatović I, Ćirić A, et al. Microbiological analysis of primary infected root canals with symptomatic and asymptomatic apical periodontitis of young permanent teeth. *Balk J Dent Med.* 2020;24(3):170–7.
48. Manoil D, Al K, Belibasakis G. A Systematic Review of the Root Canal Microbiota Associated with Apical Periodontitis: Lessons from Next-Generation Sequencing. *Proteomics - Clin Appl.* 2020;14(3):1–17.
49. Qian W, Ma T, Ye M, Li Z, Liu Y, Hao P. Microbiota in the apical root canal system of tooth with apical periodontitis. *BMC Genomics.* 2019;20(2):189.
50. Zahran S, Witherden E, Mannocci F, Koller G. Characterization of Root Canal Microbiota in Teeth Diagnosed with Irreversible Pulpitis. *J Endod.* 2021;47(3):415–23.
51. Dioguardi M, Di Gioia G, Illuzzi G, Arena C, Caponio VCA, Caloro GA, et al. Inspection of the microbiota in endodontic lesions. *Dent J.* 2019;7(2):1–15.
52. Kim M, Rosa V, Min K. Characterization of *Enterococcus faecalis* in different culture conditions. *Sci Rep.* 2020;10(1):1–8.
53. Panthee S, Paudel A, Hamamoto H, Ogasawara A, Iwasa T, Blom J, et al. Complete genome sequence and comparative genomic analysis of *Enterococcus faecalis* EF-2001, a probiotic bacterium. *Genomics.* 2021;113(3):1534–42.

54. Kao P, Kline KA. Dr. Jekyll and Mr. Hide: How *Enterococcus faecalis* Subverts the Host Immune Response to Cause Infection. *J Mol Biol.* 2019;431(16):2932–45.
55. Alghamdi F, Shakir M. The Influence of *Enterococcus faecalis* as a Dental Root Canal Pathogen on Endodontic Treatment: A Systematic Review. *Cureus.* 2020;12(3):e7257.
56. Lemos J, Palmer S, Zeng L, Wen Z, Kajfasz J, Freires I, et al. The biology of streptococcus mutans. *Gram-Positive Pathog.* 2019;7(1):435–48.
57. Zhang Q, Ma Q, Wang Y, Wu H, Zou J. Molecular mechanisms of inhibiting glucosyltransferases for biofilm formation in *Streptococcus mutans*. *Int J Oral Sci.* 2021;13(30):1–8.
58. Guo J, Yang J, Zhao X, Bing Z, Lu D, Tsoi J, et al. Effects of *Streptococcus mutans* and their metabolites on the wear behavior of dental restorative materials. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2022;135(105469):1–12.
59. Hernández-Sampieri R, Fernández C, Baptista M. Metodología de la Investigación. 6a ed. McGraw-Hill; 2014. 634 p.
60. Dunn PK. Scientific Research and Methodology: An introduction to quantitative research in science and health. 2021. 626 p.
61. Forriol F. Métodos de investigación clínicos en cirugía ortopédica y traumatología. En: Traumatología y ortopedia: Generalidades. Elsevier Health Science; 2019. p. 40.
62. Kay C, Seladi-Schulman J. Healthline. 2019. In Vivo vs. In Vitro: What Does It All Mean?

63. Hernández-Sampieri R, Mendoza C. Metodología de la investigación: Las rutas Cuantitativa Cualitativa y Mixta. Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. México; 2018.
64. Dagnino J. Tipos de estudios. Rev Chil Anest. 2014;43(2):104–8.
65. Shukla S. Concept of population and sample. En: How to Write a Research Paper? 2020. p. 1–7.
66. Majid U. Research Fundamentals : Study Design , Population , and Sample Size. URNCST J. 2018;2(1):1–7.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

| Formulación del problema | Objetivos | Hipótesis | Variables | Metodología |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Problema general ¿Cuál es el efecto de los extractos vegetales mezclados con un sellador endodóntico sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular?</p> | <p>Objetivo general Evaluar el efecto de extractos vegetales mezclados con un sellador endodóntico sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular.</p> | <p>Hipótesis general Ho: Los extractos vegetales mezclados con un sellador endodóntico no presentan un efecto sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular. Hi: Los extractos vegetales mezclados con un sellador endodóntico presentan un efecto sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular.</p> | <p>Extractos vegetales mezclados con un sellador endodóntico</p> <p>Dimensiones:</p> <p>D1: Tomillo (<i>Thymus vulgaris</i>) D2: Copaiba (<i>Copaifera</i> sp.) D3: Achiote (<i>Bixa orellana</i>) D4: Sellador endodóntico a base de óxido de zinc</p> | <p>Tipo de investigación: Aplicada Método y diseño de la investigación: Analítico Diseño: Experimental</p> |
| <p>Problemas específicos ¿Cuál es el efecto del tomillo (<i>Thymus vulgaris</i>) mezclado con el sellador a base de óxido de zinc sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular?</p> | <p>Objetivos específicos Determinar el efecto del tomillo (<i>Thymus vulgaris</i>) mezclado con el sellador a base de óxido de zinc sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular.</p> | <p>Hipótesis específicas Hi¹: El tomillo (<i>Thymus vulgaris</i>) mezclado con el sellador a base de óxido de zinc presenta un efecto sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular. Ho: El tomillo (<i>Thymus vulgaris</i>) mezclado con el sellador a base de óxido de zinc no presenta un efecto sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular.</p> | | <p>Población y muestra Población: 100 placas inoculadas con patógenos bucales. Muestra: 80 placas inoculadas con patógenos bucales.</p> |
| <p>¿Cuál es el efecto de la copaiba (<i>Copaifera</i> sp) mezclado con el sellador a base de óxido de zinc sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular?</p> | <p>Determinar el efecto de la copaiba (<i>Copaifera</i> sp.) mezclado con el sellador a base de óxido de zinc sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular.</p> | <p>Hi²: La copaiba (<i>Copaifera</i> sp.) mezclado con el sellador a base de óxido de zinc presenta un efecto sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular. Ho: La copaiba (<i>Copaifera</i> sp.) mezclado con el sellador a base de óxido de zinc no presenta un efecto sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular.</p> | <p>Crecimiento de patógenos bucales en el conducto radicular</p> <p>Dimensiones:</p> | |
| <p>¿Cuál es el efecto del achiote (<i>Bixa orellana</i>) mezclado con el sellador a base de óxido de zinc sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular?</p> | <p>Determinar el efecto del achiote (<i>Bixa orellana</i>) mezclado con el sellador a base de óxido de zinc sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular.</p> | <p>Hi³: El achiote (<i>Bixa orellana</i>) mezclado con el sellador a base de óxido de zinc presenta un efecto sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular.</p> | <p>Dimensiones:</p> <p>D1: Halo de inhibición D2: Tiempo</p> | |

Ho: El achiote (*Bixa orellana*) mezclado con el sellador a base de óxido de zinc no presenta un efecto sobre el crecimiento de patógenos bucales en conducto radicular.

Anexo 2: Instrumento de recolección de datos


| Halos de inhibición de <i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212 en milímetros (mm) en Agar Müller Hinton II | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------|----------|
| Grupo experimental | Tratamiento | Diámetro del halo | | |
| | | N° de placa | 24 horas | 48 horas |
| G1 | Sellador endodóntico a base de óxido de zinc mezclado con aceite esencial de tomillo (<i>Thymus vulgaris</i>) | 1 | | |
| | | 2 | | |
| | | 3 | | |
| | | 4 | | |
| | | 5 | | |
| | | 6 | | |
| | | 7 | | |
| | | 8 | | |
| | | 9 | | |
| | | 10 | | |
| G2 | Sellador endodóntico a base de óxido de zinc mezclado con aceite esencial de copaiba (<i>Copaifera</i> spp.) | 11 | | |
| | | 12 | | |
| | | 13 | | |
| | | 14 | | |
| | | 15 | | |
| | | 16 | | |
| | | 17 | | |
| | | 18 | | |
| | | 19 | | |
| | | 20 | | |
| G3 | Sellador endodóntico a base de óxido de zinc mezclado con extracto de achiote (<i>Bixa orellana</i>) | 21 | | |
| | | 22 | | |
| | | 23 | | |
| | | 24 | | |
| | | 25 | | |
| | | 26 | | |
| | | 27 | | |
| | | 28 | | |
| | | 29 | | |
| | | 30 | | |
| G4 | Sellador endodóntico a base de óxido de zinc puro | 31 | | |
| | | 32 | | |
| | | 33 | | |
| | | 34 | | |
| | | 35 | | |
| | | 36 | | |
| | | 37 | | |
| | | 38 | | |
| | | 39 | | |

| | | | | |
|--|--|----|--|--|
| | | 40 | | |
|--|--|----|--|--|

| Halos de inhibición frente cepas de <i>Streptococcus mutans</i> ATCC 25175 en milímetros (mm) en Agar Müeller Hinton II | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------|----------|
| Grupo experimental | Tratamiento | Diámetro del halo | | |
| | | N° de placa | 24 horas | 48 horas |
| G1 | Sellador endodóntico a base de óxido de zinc mezclado con aceite esencial de tomillo (<i>Thymus vulgaris</i>) | 1 | | |
| | | 2 | | |
| | | 3 | | |
| | | 4 | | |
| | | 5 | | |
| | | 6 | | |
| | | 7 | | |
| | | 8 | | |
| | | 9 | | |
| | | 10 | | |
| G2 | Sellador endodóntico a base de óxido de zinc mezclado con aceite esencial de copaiba (<i>Copaifera</i> spp.) | 11 | | |
| | | 12 | | |
| | | 13 | | |
| | | 14 | | |
| | | 15 | | |
| | | 16 | | |
| | | 17 | | |
| | | 18 | | |
| | | 19 | | |
| | | 20 | | |
| G3 | Sellador endodóntico a base de óxido de zinc mezclado con extracto de achiote (<i>Bixa orellana</i>) | 21 | | |
| | | 22 | | |
| | | 23 | | |
| | | 24 | | |
| | | 25 | | |
| | | 26 | | |
| | | 27 | | |
| | | 28 | | |
| | | 29 | | |
| | | 30 | | |
| G4 | Sellador endodóntico a base de óxido de zinc puro | 31 | | |
| | | 32 | | |
| | | 33 | | |
| | | 34 | | |
| | | 35 | | |
| | | 36 | | |
| | | 37 | | |
| | | 38 | | |

| | | | | |
|--|--|----|--|--|
| | | 39 | | |
| | | 40 | | |

Anexo 3: Validez del Instrumento


Universidad
Norbert Wiener

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1 Apellidos y Nombres del Experto: Mg. CD. Pablo Cesar Alván Suasnabar
 1.2 Cargo e Institución donde labora: Docente tiempo completo
 1.3 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Ficha de recolección de datos.
 1.5 Título de la Investigación: EFECTO DE EXTRACTOS VEGETALES MEZCLADOS CON UN SELLADOR ENDODÓNTICO SOBRE EL CRECIMIENTO DE PATÓGENOS BUCALES EN CONDUCTO RADICULAR UN ESTUDIO *IN VITRO*.

II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

| CRITERIOS | Deficiente 1 | Baja 2 | Regular 3 | Buena 4 | Muy buena 5 |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------|--------------|------------|----------------|
| 1. CLARIDAD | | | | P | |
| 2. OBJETIVIDAD | | | | | P |
| 3. ACTUALIDAD | | | | X | |
| 4. ORGANIZACIÓN | | | | | P |
| 5. SUFICIENCIA | | | | X | |
| 6. INTENCIONALIDAD | | | | P | |
| 7. CONSISTENCIA | | | | P | X |
| 8. COHERENCIA | | | | | P |
| 9. METODOLOGÍA | | | | P | |
| 10. PERTINENCIA | | | | P | |
| CONTEO TOTAL DE MARCAS (realice el conteo en cada una de las categorías de la escala) | A | B | C | D | E |

Coeficiente de Validez = $\frac{(1 \times A) + (2 \times B) + (3 \times C) + (4 \times D) + (5 \times E)}{50} = 0,88$

III. CALIFICACIÓN GLOBAL

(Ubique el coeficiente de validez obtenido en el Intervalo respectivo y marque con un aspa en el círculo asociado)

| Categoría | Intervalo |
|-------------|---------------|
| Desaprobado | [0,00 – 0,60] |
| Observado | <0,60 – 0,70] |
| Aprobado | <0,70 – 1,00] |

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

Lima, 16 de Mayo del 2023.

Mg. CD. PABLO ALVÁN SUASNABAR
C. N. P. 19488
Firma y sello

6



Universidad
Norbert Wiener

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres del Experto: Mg. CD. Jorge Enrique Bouroncle Sacín
 1.2 Cargo e Institución donde labora: Docente
 1.3 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Ficha de recolección de datos.
 1.5 Título de la Investigación: EFECTO DE EXTRACTOS VEGETALES MEZCLADOS CON UN SELLADOR ENDODÓNTICO SOBRE EL CRECIMIENTO DE PATÓGENOS BUCALES EN CONDUCTO RADICULAR UN ESTUDIO *IN VITRO*.

II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

| | CRITERIOS | Deficiente 1 | Baja 2 | Regular 3 | Buena 4 | Muy buena 5 |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------|--------------|------------|----------------|
| 1. CLARIDAD | Está formulado con lenguaje apropiado. | | | | X | |
| 2. OBJETIVIDAD | Está expresado en conductas observables. | | | | X | |
| 3. ACTUALIDAD | Adecuado al avance de la ciencia y tecnología | | | | X | |
| 4. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica. | | | | X | |
| 5. SUFICIENCIA | Comprende los aspectos de cantidad y calidad en sus ítems. | | | | X | |
| 6. INTENCIONALIDAD | Adecuado para valorar aspectos del desarrollo de capacidades cognoscitivas. | | | | X | |
| 7. CONSISTENCIA | Alineado a los objetivos de la investigación y metodología. | | | | X | |
| 8. COHERENCIA | Entre los índices, indicadores y las dimensiones. | | | | X | |
| 9. METODOLOGÍA | La estrategia responde al propósito del estudio | | | | X | |
| 10. PERTINENCIA | El instrumento es adecuado al tipo de Investigación. | | | | X | |
| CONTEO TOTAL DE MARCAS (realice el conteo en cada una de las categorías de la escala) | | | | | | |
| | | A | B | C | D | E |

$$\text{Coeficiente de Validez} = \frac{(1 \times A) + (2 \times B) + (3 \times C) + (4 \times D) + (5 \times E)}{50} = 0,8$$

III. CALIFICACIÓN GLOBAL (Ubique el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y marque con un aspa en el círculo asociado)

| Categoría | Intervalo |
|-------------|---------------|
| Desaprobado | [0,00 – 0,60] |
| Observado | <0,60 – 0,70] |
| Aprobado | <0,70 – 1,00] |

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: El instrumento es aplicable.

Lima, 15 de mayo de 2023

Firma y sello
 Jorge Bouroncle Sacín
 CIRUJANO DENTISTA
 C.O.P. 15413



Universidad
Norbert Wiener

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres del Experto: Dr. C.D Raúl Antonio Rojas Ortega
 1.2 Cargo e Institución donde labora: Docente tiempo completo
 1.3 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Ficha de recolección de datos.
 1.5 Título de la Investigación: EFECTO DE EXTRACTOS VEGETALES MEZCLADOS CON UN SELLADOR ENDODÓNTICO SOBRE EL CRECIMIENTO DE PATÓGENOS BUCALES EN CONDUCTO RADICULAR UN ESTUDIO *IN VITRO*.

II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

| | CRITERIOS | Deficiente 1 | Baja 2 | Regular 3 | Buena 4 | Muy buena 5 |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------|--------------|------------|----------------|
| 1. CLARIDAD | Está formulado con lenguaje apropiado. | | | | X | |
| 2. OBJETIVIDAD | Está expresado en conductas observables. | | | | | X |
| 3. ACTUALIDAD | Adecuado al avance de la ciencia y tecnología | | | | X | |
| 4. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica. | | | | | X |
| 5. SUFICIENCIA | Comprende los aspectos de cantidad y calidad en sus ítems. | | | | X | |
| 6. INTENCIONALIDAD | Adecuado para valorar aspectos del desarrollo de capacidades cognitivas. | | | | X | |
| 7. CONSISTENCIA | Alineado a los objetivos de la investigación y metodología. | | | | | X |
| 8. COHERENCIA | Entre los índices, indicadores y las dimensiones. | | | | | X |
| 9. METODOLOGÍA | La estrategia responde al propósito del estudio | | | | X | |
| 10. PERTINENCIA | El instrumento es adecuado al tipo de Investigación. | | | | X | |
| CONTEO TOTAL DE MARCAS (realice el conteo en cada una de las categorías de la escala) | | | | | | |
| | | A | B | C | D | E |

$$\text{Coeficiente de Validez} = \frac{(1 \times A) + (2 \times B) + (3 \times C) + (4 \times D) + (5 \times E)}{50} = 0.88$$

III. CALIFICACIÓN GLOBAL (Ubique el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y marque con un aspa en el círculo asociado)

| Categoría | Intervalo |
|-------------------------------------------|---------------|
| Desaprobado <input type="radio"/> | [0,00 – 0,60] |
| Observado <input type="radio"/> | <0,60 – 0,70] |
| Aprobado <input checked="" type="radio"/> | <0,70 – 1,00] |

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

Lima, 17 de mayo del 2023.

Firma y sello

Anexo 4: Constancia de exoneración de revisión

Universidad
Norbert Wiener

**COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA PARA LA
INVESTIGACIÓN****CONSTANCIA DE EXONERACIÓN DE REVISIÓN**

Lima, 08 de mayo de 2023.

Investigador(a)
Marlon Omar Díaz León
Exp. N°: 0497-2023

De mi consideración:

Es grato expresarle mi cordial saludo y a la vez informarle que el Comité Institucional de Ética para la investigación de la Universidad Privada Norbert Wiener (CIEI-UPNW) acuerda la **Exoneración de revisión** del siguiente protocolo de estudio:

- Protocolo titulado: **"EFECTO DE EXTRACTOS VEGETALES MEZCLADOS CON UN SELLADOR ENDODÓNTICO SOBRE EL CRECIMIENTO DE PATÓGENOS BUCALES EN CONDUCTO RADICULAR UN ESTUDIO IN VITRO" Versión (1) con fecha (06/04/2023)**

El cual tiene como investigador principal al Sr(a) Marlon Omar Díaz León.

Es cuanto informo a usted para su conocimiento y fines pertinentes.

Atentamente,



Yenny Marisol Bellido Fuentes
Presidenta del CIEI- UPNW

Anexo 5: Constancia de recolección de datos



CONSTANCIA

Dra. Brenda Vergara Pinto
 Directora
 E.A.P. Odontología – Universidad Norbert Wiener
 Presente.

Estimada Doctora:

Es grato dirigirme a usted para comunicarle que el señor Marlon Omar Díaz León con DNI 41762345, bachiller en Odontología de la E.A.P. que Ud. dirige, realizó las pruebas microbiológicas del estudio experimental in vitro titulado: **"EFECTO DE EXTRACTOS VEGETALES MEZCLADOS CON UN SELLADOR ENDODÓNTICO SOBRE EL CRECIMIENTO DE PATÓGENOS BUCALES EN CONDUCTO RADICULAR. UN ESTUDIO IN VITRO"**. Dicho estudio corresponde a su tesis para obtener el título de Cirujano dentista.

Toda la experimentación y recolección de datos fue realizada entre los días 11 al 25 mayo del presente año y fue supervisado en su totalidad por mi persona, cumpliendo con todos los protocolos de bioética, bioseguridad y control de infecciones requeridos.




Sin otro particular.

Atentamente

Lima, 26 de mayo del 2023




 Mblgo. Oniel Elias Juarez Vilcapuma
 Gerente de Laboratorio
 C.B.P. 14090

Anexo 6: Ficha técnica de Standard de McFarland 0.5 sulfato de bario



McFARLAND BARIUM SULPHATE STANDARD

Standard di torbidità per la preparazione di sospensioni di microrganismi.
Turbidity standard for preparing suspensions of microorganisms.

DESCRIZIONE

Gli standard McFarland vengono utilizzati come standard di torbidità nella preparazione delle sospensioni di microrganismi ed in particolare modo nella preparazione degli inoculi batterici per l'esecuzione dell'antibiogramma.

PRINCIPIO

Gli standard di torbidità sono composti da sostanze chimiche che miscelate precipitano formando una soluzione di riproducibile torbidità.
Gli standard McFarland vengono preparati aggiungendo acido solforico ad una soluzione acquosa di cloruro di bario.
La miscela porta alla formazione di precipitato di solfato di bario.
Per ciascun standard McFarland in tabella 1 è riportata la densità corrispondente espressa in cellule/ml. La concentrazione batterica dipende dalla dimensione dei microrganismi. I valori riportati nella tabella 1 rappresentano valori medi di concentrazione validi per i batteri. Per i lieviti, che hanno dimensioni maggiori, bisogna dividere gli stessi numeri per 30.

PROCEDURA

Prima dell'uso, agitare vigorosamente lo standard di torbidità, utilizzando un vortex meccanico.
Confrontare la torbidità di una sospensione batterica preparata alla torbidità dello standard, in presenza di una luce adeguata.
Alternativamente, utilizzare lo standard di torbidità per calibrare un turbidimetro elettrometrico.

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

L'utilizzo degli standard McFarland consente la preparazione di inoculi standardizzati da utilizzare nelle procedure per l'esecuzione dell'antibiogramma.

DESCRIPTION

McFarland standards are used as turbidity standards in the preparation of suspensions of microorganisms and has particular application in the preparation of bacterial inocula for performing antimicrobial susceptibility testing.

PRINCIPLE

Turbidity standards are prepared by mixing chemicals that precipitate to form a solution of reproducible turbidity.
McFarland standards are prepared by adding sulphuric acid to an aqueous solution of barium chloride, which results in the formation of a suspended barium sulphate precipitate.
For each McFarland standard in table 1 is reported the correspondent density expressed in cells/ml. Bacterial concentration depends on microorganisms size. The mentioned values in table 1 represent average values of concentration valid for bacteria. For yeast, which are larger in size, these numbers should be divided by about 30.

PROCEDURE

Vigorously agitate the turbidity standard on a mechanical vortex mixer just before use.
Using adequate light, compare the turbidity of a bacterial suspension to the turbidity standard.
Alternatively, use the turbidity standard to calibrate a electrometric turbidimeter.

RESULTS INTERPRETATION

McFarland standards will enable the preparation of standardized inocula for use in the performance of standardized antimicrobial susceptibility testing procedures.

Tabella / Table 1.

| McFarland Standard | Densità (cellule/ml) / Density (cells/ml) |
|--------------------|-------------------------------------------|
| 0.5 | 1.5×10^8 |
| 1.0 | 3.0×10^8 |
| 2.0 | 6.0×10^8 |
| 3.0 | 9.0×10^8 |
| 4.0 | 12.0×10^8 |

BIBLIOGRAFIA / BIBLIOGRAPHY

1. Mc Farland, 1907. J.Am.Med.Assoc. 49:1176.
2. Patricia M. Tille. 2014. Bailey & Scott's Diagnostic Microbiology, 13th edition by Mosby, Inc., an affiliate of Elsevier Inc.
3. CLSI M7-A9, 2012. Methods for dilution antimicrobial susceptibility test for bacteria that grow aerobically.
4. CLSI M11-A7, 2007. Methods for dilution antimicrobial susceptibility testing of anaerobic bacteria.

PRESENTAZIONE / PRESENTATION

| Prodotto / Product | REF | Σ |
|------------------------------------------------------------|-------|---|
| McFARLAND 0.5 BARIUM SULPHATE STANDARD | 80400 | 1 |
| McFARLAND 1.0 BARIUM SULPHATE STANDARD | 80401 | 1 |
| McFARLAND 2.0 BARIUM SULPHATE STANDARD | 80402 | 1 |
| McFARLAND 3.0 BARIUM SULPHATE STANDARD | 80403 | 1 |
| McFARLAND 4.0 BARIUM SULPHATE STANDARD | 80404 | 1 |
| McFARLAND STANDARD SET (McFARLAND 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0) | 80405 | 5 |

TABELLA DEI SIMBOLI / TABLE OF SYMBOLS

| | | | |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| LOT Codice del lotto Batch Code | Σ Contenuto sufficiente per <no> saggi Content sufficient for <no> tests | 🏭 Fabbricante Manufacturer | ⊗ Non riutilizzare Do not reuse |
| REF Numero di catalogo Catalogue Number | ⚠️ Attenzione, vedere le istruzioni per l'uso Attention, see instructions for use | 🍷 Fragile, maneggiare con cura Fragile, handle with care | |



LIOFILCHEM® S.r.l.

Via Scozia, Zona Ind.le - 64026, Roseto degli Abruzzi (TE) - ITALY
Tel +39 0858930745 Fax +39 0858930330 Website: www.liofilchem.net E-mail: liofilchem@liofilchem.net


Rev.3 / 10.01.2014

Anexo 7: Certificado de *Enterococcus faecalis*



Certificate of Analysis: Lyophilized Microorganism Specification and Performance Upon Release

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Specifications Microorganism Name: Enterococcus faecalis Catalog Number: 0366 Lot Number: 366-413** Reference Number: ATCC® 29212™* Passage from Reference: 3 | Expiration Date: 2023/7/31 Release Information: Quality Control Technologist: Kavitha Gobalan Release Date: 2021/8/25 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| Performance | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Macroscopic Features: Small to medium, gray/white, translucent, smooth, circular with entire edge Microscopic Features: Gram positive ovoid cells, mostly in pairs or short chains | Medium: SBAP Method: Gram Stain (1) |
| ID System: MALDI-TOF (1) See attached ID System results document. | Other Features/ Challenges: Results (1) Catalase (3% Hydrogen Peroxide): negative (1) Bile Esculin Agar: positive (1) Streptomycin (300 mcg - Disk Susceptibility): 14 - 20 mm (1) Gentamicin (120 mcg - Disk Susceptibility): 16 - 23 mm (1) SXT (1.25/23.75 mcg - Disk Susceptibility): >= 20 mm BHIA w/Vancomycin (6 mcg/ml): Sensitive |
| |  Amanda Kuperus Director of Quality Control 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.



(*) 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.

Bruker Daltonik MALDI Biotyper Classification Results



Meaning of Score Values

| Range | Interpretation | Symbols | Color |
|-------------|-------------------------------------|---------|--------|
| 2.00 – 3.00 | High-confidence identification | (+++) | green |
| 1.70 – 1.99 | Low-confidence identification | (+) | yellow |
| 0.00 – 1.69 | No Organism Identification Possible | (-) | red |

Meaning of Consistency Categories (A - C)

| Category | Interpretation |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (A) | High consistency: The best match is a high-confidence identification. The second-best match is (1) a high-confidence identification in which the species is identical to the best match, (2) a low-confidence identification in which the species or genus is identical to the best match, or (3) a non-identification. |
| (B) | Low consistency: The requirements for high consistency are not met. The best match is a high- or low-confidence identification. The second-best match is (1) a high- or low-confidence identification in which genus is identical to the best match or (2) a non-identification. |
| (C) | No consistency: The requirements for high or low consistency are not met. |

Run Creation Date/Time: 2021-08-17T15:58:18.619 KG

Applied MSP Library(ies): BDAL, Mycobacteria Library (bead method), Filamentous Fungi Library

| Sample Name | Sample ID | Organism (best match) | Score Value |
|--------------|-----------|-----------------------|-------------|
| D7 (+++) (A) | 366-413 | Enterococcus faecalis | 2.40 |

Comments:


n/a

Anexo 8: Certificado de *Streptococcus mutans*



Certificate of Analysis: Lyophilized Microorganism Specification and Performance Upon Release

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Specifications Microorganism Name: Streptococcus mutans Catalog Number: 0266 Lot Number: 266-35** Reference Number: ATCC® 25175™* Passage from Reference: 3</p> | <p>Expiration Date: 2024/3/31 Release Information: Quality Control Technologist: Jacob A Lohman Release Date: 2022/5/12</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Performance | |
| <p>Macroscopic Features: Two colony types; small, circular, dome shaped, entire edge, white and the other is small, circular and translucent.</p> <p>Microscopic Features: Small gram positive cocci to ovoid cells occurring singly, in pairs and predominately in chains</p> | <p>Medium: SBAP</p> <p>Method: Gram Stain (1)</p> |
| <p>ID System: MALDI-TOF (1) See attached ID System results document.</p> | <p>Other Features/ Challenges: Results (1) Catalase (3% Hydrogen Peroxide): negative</p> <div style="text-align: center;">  Amanda Kuperus Director of Quality Control AUTHORIZED SIGNATURE </div> |

**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.



(*) 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.

Bruker Daltonik MALDI Biotyper Classification Results



Meaning of Score Values

| Range | Interpretation | Symbols | Color |
|-------------|-------------------------------------|---------|--------|
| 2.00 – 3.00 | High-confidence identification | (+++) | green |
| 1.70 – 1.99 | Low-confidence identification | (+) | yellow |
| 0.00 – 1.69 | No Organism Identification Possible | (-) | red |

Meaning of Consistency Categories (A - C)

| Category | Interpretation |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (A) | High consistency: The best match is a high-confidence identification. The second-best match is (1) a high-confidence identification in which the species is identical to the best match, (2) a low-confidence identification in which the species or genus is identical to the best match, or (3) a non-identification. |
| (B) | Low consistency: The requirements for high consistency are not met. The best match is a high- or low-confidence identification. The second-best match is (1) a high- or low-confidence identification in which genus is identical to the best match or (2) a non-identification. |
| (C) | No consistency: The requirements for high or low consistency are not met. |

Run Creation Date/Time: 2022-05-05T11:43:00.478 JAL


Applied MSP Library(ies): BDAL, Mycobacteria Library (bead method), Filamentous Fungi Library

| Sample Name | Sample ID | Organism (best match) | Score Value |
|--------------|-----------|-----------------------|-------------|
| G6 (+++) (A) | 266-35 | Streptococcus mutans | 2.05 |

Comments:

N/A

Anexo 9: Informe de ensayo microbiológico




INFORME DE ENSAYO N° SQ230526.01

| | |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SOLICITUD DE ENSAYO | : SQE 230511.01 |
| SOLICITANTE | : MARLON OMAR DÍAZ LEÓN |
| DIRECCIÓN DEL SOLICITANTE | : No indica |
| PROCEDECENCIA DE LA MUESTRA | : Proporcionado por el cliente ⁽¹⁾ y preparado por Scientific Quality S.A.C. |
| PROCEDIMIENTO DE MUESTREO | : No aplica |
| IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA | : M1: Sellador endodóntico a base de óxido de zinc con aceite esencial de tomillo ⁽²⁾ |
| | : M2: Sellador endodóntico a base de óxido de zinc con aceite esencial de copaiba ⁽³⁾ |
| | : M3: Sellador endodóntico a base de óxido de zinc con extracto de achiote ⁽⁴⁾ |
| | : M4: Sellador endodóntico a base de óxido de zinc puro ⁽⁵⁾ |
| CANTIDAD Y DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | : M1: Un (01) frasco de 4g |
| | : M2: Un (01) frasco de 4g |
| | : M3: Un (01) frasco de 4g |
| | : M4: Un (01) frasco de 4g |
| LUGAR, FECHA Y HORA DE MUESTREO | : No aplica |
| FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN | : 11 de mayo del 2023/ 09:30h |
| CONDICIONES A LA RECEPCIÓN | : Temperatura ambiente |
| FECHAS DE INICIO DEL ANÁLISIS | : 11 de mayo del 2023 |
| FECHAS DE TÉRMINO DEL ANÁLISIS | : 25 de mayo del 2023 |
| FECHAS DE EMISIÓN | : 26 de mayo del 2023 |

RESULTADOS DE ENSAYO MICROBIOLÓGICO: ANTIBIOGRAMA

| N° Replica en placa Petri | Halo de inhibición de las sustancias de prueba frente a <i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212 en milímetros (mm) a las 24 horas en agar Mueller Hinton | | | |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| | M1: Sellador endodóntico a base de óxido de zinc con aceite esencial de tomillo (<i>Thymus vulgaris</i>) | M2: Sellador endodóntico a base de óxido de zinc con aceite esencial de copaiba (<i>Copaifera</i> spp.) | M3: Sellador endodóntico a base de óxido de zinc con extracto de achiote (<i>Bixa oreiflora</i>) | M4: Sellador endodóntico a base de óxido de zinc puro |
| 1 | 12,00 | 6,31 | 7,01 | 8,30 |
| 2 | 13,89 | 8,05 | 8,73 | 6,59 |
| 3 | 11,67 | 7,14 | 8,85 | 7,58 |
| 4 | 9,95 | 6,85 | 12,10 | 8,68 |
| 5 | 13,51 | 6,44 | 8,34 | 9,51 |
| 6 | 11,66 | 7,31 | 9,67 | 11,92 |
| 7 | 13,15 | 6,82 | 10,09 | 10,54 |
| 8 | 11,70 | 6,35 | 9,55 | 10,70 |
| 9 | 15,04 | 7,31 | 10,78 | 9,98 |
| 10 | 15,01 | 7,35 | 7,54 | 7,43 |



Los resultados de los ensayos corresponden solo a la(s) muestra(s) ensayada(s). Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Queda prohibida la reproducción parcial o total del presente informe, sin la autorización escrita por SCIENTIFIC QUALITY S.A.C, la adulteración o uso indebido del presente informe constituya un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia.

R01-P03-JL Ver. 01
Página 1 de 3



INFORME DE ENSAYO Nº SQ230526.01

| Nº Replica en placa Petri | Halo de inhibición de las sustancias de prueba frente a <i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212 en milímetros (mm) a las 48 horas en agar Mueller Hinton | | | |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| | M1: Sellador endodóntico a base de óxido de zinc con aceite esencial de tomillo (<i>Thymus vulgaris</i>) | M2: Sellador endodóntico a base de óxido de zinc con aceite esencial de copaiba (<i>Copaifera sp.</i>) | M3: Sellador endodóntico a base de óxido de zinc con extracto de achiote (<i>Bixa orellana</i>) | M4: Sellador endodóntico a base de óxido de zinc puro |
| 1 | 11,84 | 6,18 | 6,89 | 8,19 |
| 2 | 13,78 | 7,90 | 8,62 | 6,47 |
| 3 | 11,55 | 7,02 | 8,72 | 7,50 |
| 4 | 9,83 | 6,74 | 11,97 | 8,55 |
| 5 | 13,40 | 6,32 | 8,22 | 9,38 |
| 6 | 11,54 | 7,20 | 9,53 | 11,77 |
| 7 | 13,03 | 6,71 | 9,95 | 10,40 |
| 8 | 11,55 | 6,23 | 9,43 | 10,57 |
| 9 | 14,93 | 7,17 | 10,62 | 9,86 |
| 10 | 14,89 | 7,23 | 7,43 | 7,30 |



| Nº Replica en placa Petri | Halo de inhibición de las sustancias de prueba frente a <i>Streptococcus mutans</i> ATCC 25175 en milímetros (mm) a las 24 horas en agar Mueller Hinton | | | |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| | M1: Sellador endodóntico a base de óxido de zinc con aceite esencial de tomillo (<i>Thymus vulgaris</i>) | M2: Sellador endodóntico a base de óxido de zinc con aceite esencial de copaiba (<i>Copaifera spp.</i>) | M3: Sellador endodóntico a base de óxido de zinc con extracto de achiote (<i>Bixa orellana</i>) | M4: Sellador endodóntico a base de óxido de zinc puro |
| 1 | 23,02 | 18,92 | 19,27 | 18,24 |
| 2 | 21,00 | 15,10 | 16,32 | 19,30 |
| 3 | 20,14 | 14,01 | 17,90 | 17,25 |
| 4 | 19,80 | 9,15 | 15,15 | 14,00 |
| 5 | 19,24 | 13,91 | 15,20 | 15,37 |
| 6 | 17,85 | 14,60 | 17,50 | 12,94 |
| 7 | 16,26 | 11,42 | 17,10 | 17,40 |
| 8 | 20,56 | 16,48 | 21,88 | 19,53 |
| 9 | 16,95 | 14,16 | 17,54 | 18,74 |
| 10 | 21,07 | 20,85 | 21,40 | 20,19 |

Los resultados de los ensayos corresponden solo a la(s) muestra(s) ensayada(s). Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Queda prohibida la reproducción parcial o total del presente informe, sin la autorización escrita por SCIENTIFIC QUALITY S.A.C, la adulteración o uso indebido del presente informe constituye un delito contra la fe pública y se regirá por las disposiciones penales y civiles en la materia.



INFORME DE ENSAYO N° SQ230526.01

| N° Replica en placa Petri | Halo de inhibición de las sustancias de prueba frente a <i>Streptococcus mutans</i> ATCC 25175 en milímetros (mm) a las 48 horas en agar Mueller Hinton | | | |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| | M1: Sellador endodóntico a base de óxido de zinc con aceite esencial de tomillo (<i>Thymus vulgaris</i>) | M2: Sellador endodóntico a base de óxido de zinc con aceite esencial de copaiba (<i>Copaifera spp.</i>) | M3: Sellador endodóntico a base de óxido de zinc con extracto de achiote (<i>Bixa orellana</i>) | M4: Sellador endodóntico a base de óxido de zinc puro |
| 1 | 22,89 | 18,84 | 19,16 | 18,10 |
| 2 | 20,88 | 14,97 | 16,23 | 19,18 |
| 3 | 20,00 | 13,92 | 17,77 | 17,13 |
| 4 | 19,67 | 9,04 | 15,01 | 13,88 |
| 5 | 19,12 | 13,78 | 15,04 | 15,28 |
| 6 | 17,78 | 14,46 | 17,41 | 12,80 |
| 7 | 16,13 | 11,31 | 16,99 | 17,27 |
| 8 | 20,45 | 16,36 | 21,75 | 19,43 |
| 9 | 16,83 | 14,08 | 17,42 | 18,60 |
| 10 | 20,96 | 20,76 | 21,31 | 20,06 |



| MÉTODOS DE ENSAYO | |
|-------------------|----------------------------------------------------|
| ENSAYOS | REFERENCIA |
| ANTIBIOGRAMA | SQ-100. TÉCNICA DE DIFUSIÓN EN AGAR EN PLACAS. (6) |

OBSERVACIONES:

- (1) Los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió en el laboratorio.
- (2) Para elaborar dicha pasta se utilizó aceite esencial de Tomillo. Marca "CHEMILAB". F.V: 10/04/2025
- (3) Para elaborar dicha pasta se utilizó aceite esencial de Copaiba. Marca "CHEMILAB". F.V: 10/04/2025
- (4) Para elaborar dicha pasta se utilizó el extracto seco de achiote. Marca "Bionaturista". Lote: 210211. F.V: 11/2023
- (5) Para elaborar dicha pasta y las pastas (2), (3) y (4) se empleó solo cemento endodóntico en polvo (óxido de zinc). Marca: Dentsply Sirona. Endofill. Lote: 3816040. F.V: 06/2025
- (6) Basado en artículo de Escalante M. (2016) Sensibilidad de *Listeria monocytogenes* y *Listeria ivanovi* frente al aceite esencial de *Cocos nucifera*. REBIOL. 36(1): 38 – 44. Enero – Junio.



Mbigo. Oniel Elías Juárez Vilcapuma
Gerente de Laboratorio
C.B.P.14090

Anexo 10: Constancia de eliminación de residuos biológicos



CONSTANCIA

La empresa SCIENTIFIC QUALITY S.A.C. hace constar que se ha eliminado adecuadamente los residuos biológicos del trabajo de Tesis **“EFECTO DE EXTRACTOS VEGETALES MEZCLADOS CON UN SELLADOR ENDODÓNTICO SOBRE EL CRECIMIENTO DE PATÓGENOS BUCALES EN CONDUCTO RADICULAR. UN ESTUDIO IN VITRO”** como indica nuestro Instructivo de Bioseguridad y eliminación de residuos biológicos del Laboratorio de microbiología I01-P10-GL, el cual indica que los materiales de ensayo biocontaminados se dividirán en materiales de vidrio y descartables. Ambos serán colocados, por separado, en bolsas de riesgo biológico y se colocarán en la autoclave para su proceso a 121°C por 30 minutos.

Luego del proceso de autoclavado, los materiales de vidrio se lavarán y pasarán controles de calidad para ser reutilizados. Con respecto al material descartable, al haber sido **minimizado, tratado, eliminando el riesgo significativo**; se realiza su **disposición final** como residuo sólido municipal según Ley N° 27314., Ley General de Residuos Sólidos. Título IV. Artículo 27, inciso 2, el cual dice:



“27.2 La prestación de servicios de residuos sólidos por pequeñas y microempresas estará restringida a los residuos del ámbito de la gestión municipal, conforme a las disposiciones reglamentarias que al efecto se dicten para promover su participación”.

Lima, 26 de mayo del 2023



Mbigo. Oniel Elias Juarez Vilcapuma
Gerente de Laboratorio

C.B.P. 14000

Anexo 11: Informe de Turnitin

● 7% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 7% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 1% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossr

FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

| | | |
|---|-----------------------------------------------|-----|
| 1 | repositorio.uwiener.edu.pe Internet | 1% |
| 2 | repositorio.upt.edu.pe Internet | <1% |
| 3 | hdl.handle.net Internet | <1% |
| 4 | repositorio.unfv.edu.pe Internet | <1% |
| 5 | savalnet.cl Internet | <1% |
| 6 | pdfcoffee.com Internet | <1% |
| 7 | coursehero.com Internet | <1% |
| 8 | researchgate.net Internet | <1% |

Anexo 12: Informe del asesor

Dra. Esp. Brenda Vergara Pinto

Directora de la EAP de Odontología Universidad Privada Norbert Wiener
Presente.-

De mi especial consideración:

Es grato expresarle un cordial saludo y como Asesor de tesis titulada: **"EFECTO DE EXTRACTOS VEGETALES MEZCLADOS CON UN SELLADOR ENDODÓNTICO SOBRE EL CRECIMIENTO DE PATÓGENOS BUCALES EN CONDUCTO RADICULAR UN ESTUDIO IN VITRO"**, desarrollada por el egresado Marlon Omar Díaz León; para la obtención del Título Profesional de Cirujano dentista; ha sido concluida satisfactoriamente.

Al respecto informo que se lograron los siguientes objetivos:

- Se Colabora en el desarrollo de los valores necesarios para obrar con rectitud en su Tesis
- Cuenta con información fidedigna sobre el desarrollo de su Tesis.
- Se observa el progreso de la Bachiller e interviniendo en los aspectos de origen académico, personal y social, evitando el agravamiento de los problemas.
- Se trabaja juntamente con el Bachiller para el logro de la Tesis

Atentamente,



Firma de la asesora

Mg. CD. Juan Cesar Guevara Sotomayor
Minaya

Anexo 13: Colección de Fotografías

1. FOTOS DE EQUIPAMIENTO

AUTOCLAVE



INCUBADORA



REGLA VERNIER DIGITAL



CONTADOR DE COLONIAS ANALITICA



BAÑO TERMOSTÁTICO



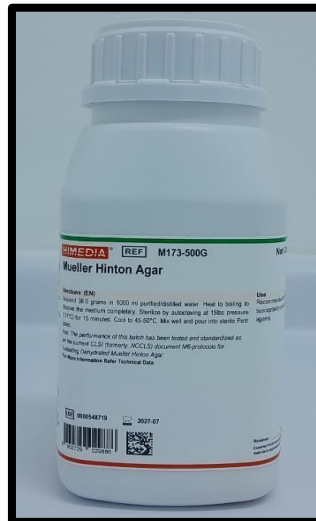
BALANZA



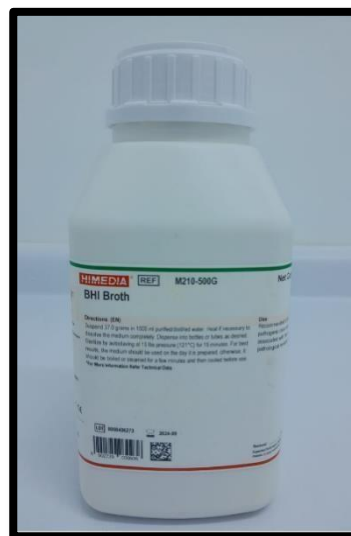
VORTEX



2. MEDIOS DE CULTIVO Y REACTIVOS

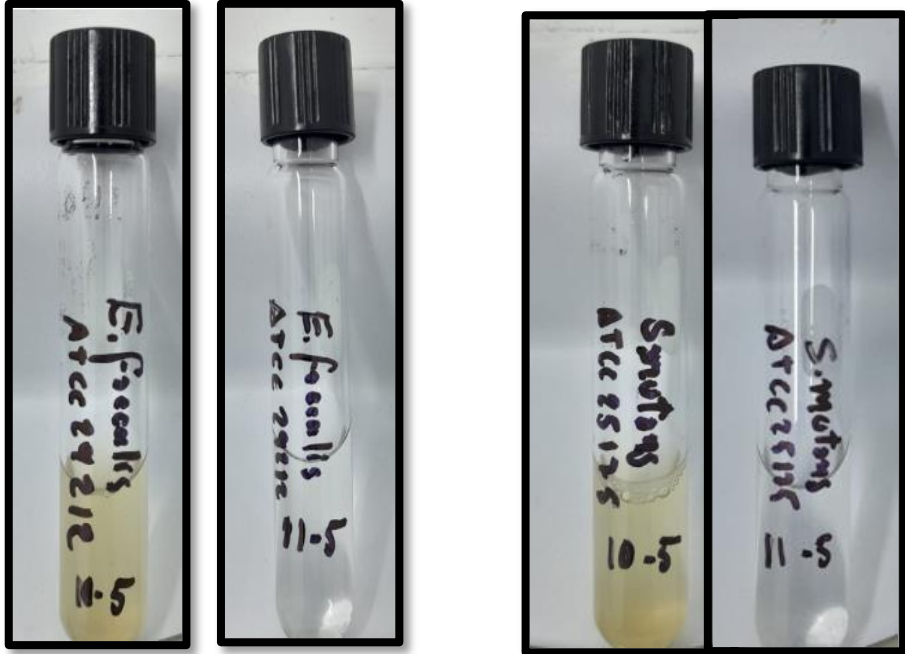


Agar Mueller Hinton

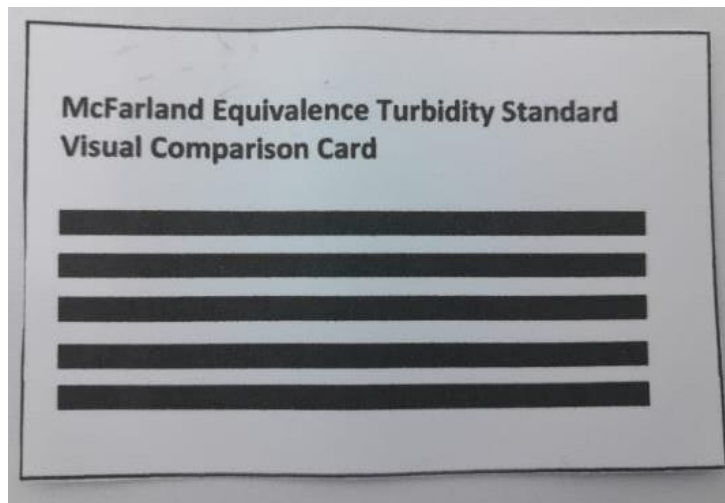


Caldo BHI

3. CEPA MICROBIANA E INSUMOS PARA ANTIBIOGRAMA



Tarjeta de comparación visual para el estándar de turbidez McFarland



Extracto de Achiote (*Bixa orellana*)



Aceite esencial de Tomillo (*Thymus vulgaris*)

Aceite esencial de Copaiba (*Copaifera sp.*)



Aceite Mineral estéril**Oxido de zinc (Sellador endodóntico).****Estándar de Sulfato Bario al 0.5 de McFarland****Suero fisiológico al 0,85%**

4. PREPARACION DEL AGAR MUELLER HINTON:

PESAJE DEL AGAR MUELLER HINTON



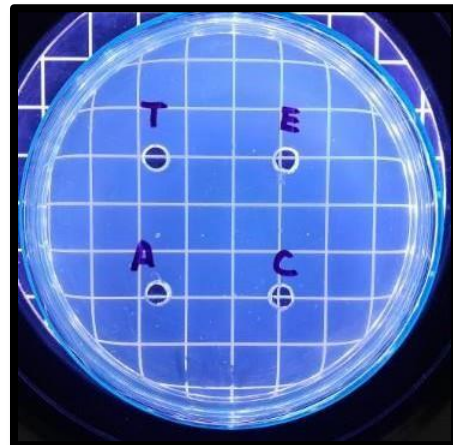
Luego el frasco de agar Mueller Hinton (Color ámbar) se autoclave y se estabiliza la temperatura del Agar Mueller Hinton (a 45°C) en baño termostático antes de su traslado en placas Petri.



5. Traslado del agar Mueller Hinton (Frasco con medio color ámbar), en esterilidad, alas placas Petri esterilizadas en estufa digital (mechero de bunsen encendido)



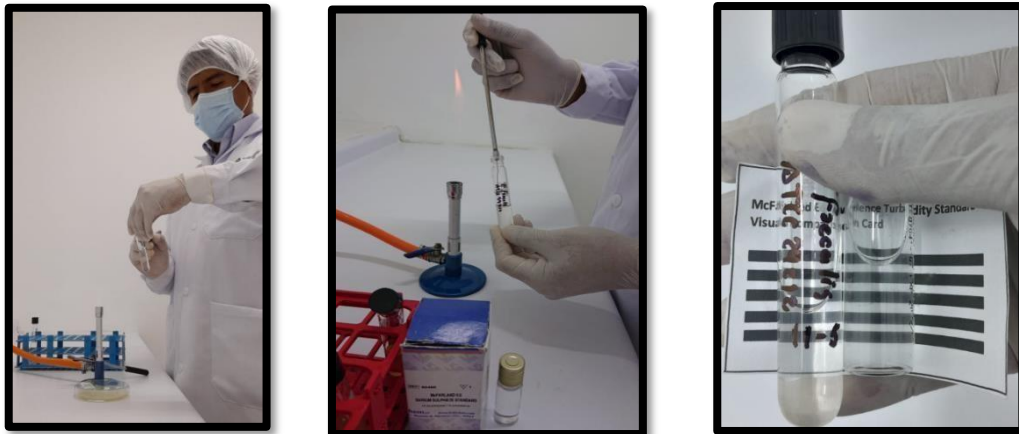
6. Realización de los pocillos antibiograma (5,5 mm de diámetro) con sacabocado estéril en blanco en las placas de agar Mueller Hinton



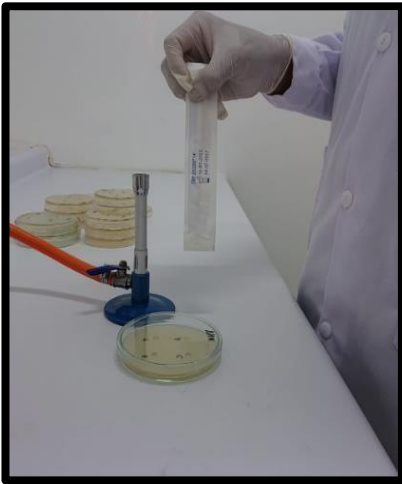
7. Preparación suspensión al 0,5 McFarland, a partir de cultivo en agar de *Streptococcus mutans* ATCC 25175. Comparación con el estándar comercial Sulfato de Bario 0,5 de McFarland.



- Preparación suspensión al 0,5 McFarland, a partir de cultivo en agar de *Enterococcus faecalis* ATCC 29212. Comparación con el estándar comercial Sulfato de Bario 0,5 de McFarland.

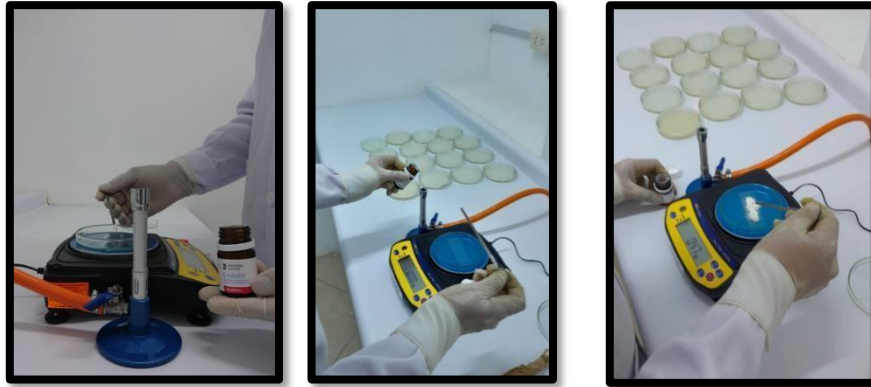


8. Inoculación con hisopo estéril de la cepa *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 y *Streptococcus mutans* ATCC 25175 a las placas de agar Mueller Hinton

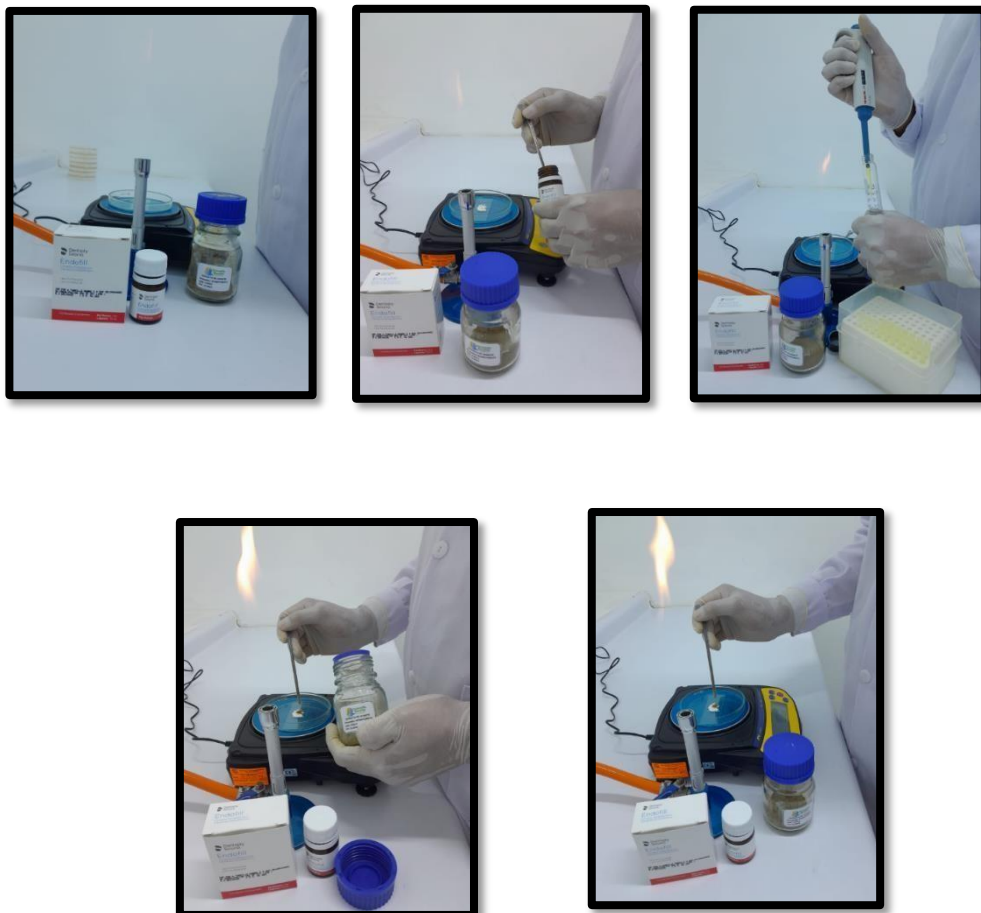


9. PESAJE DE SUSTANCIAS DE PRUEBA

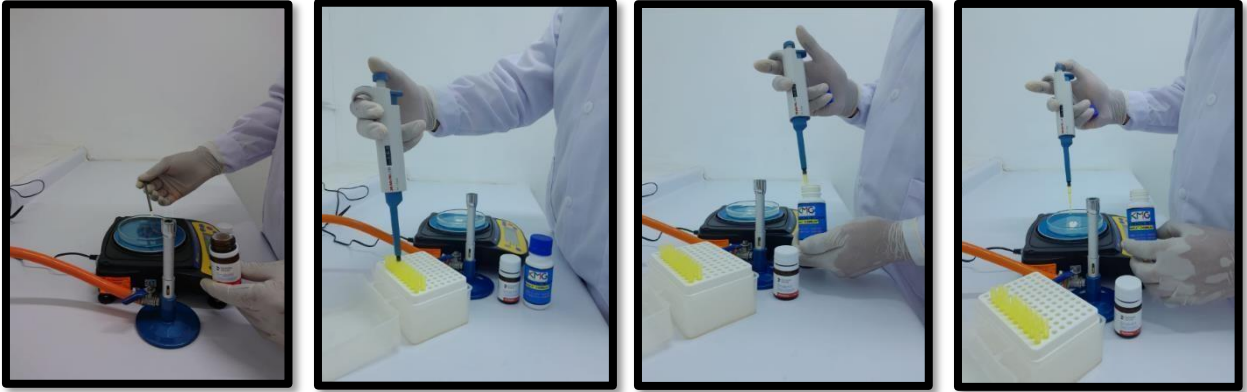
- Pesaje en balanza digital de Oxido de zinc (sellador endodóntico) para supreparación como pasta frente al mechero Bunsen



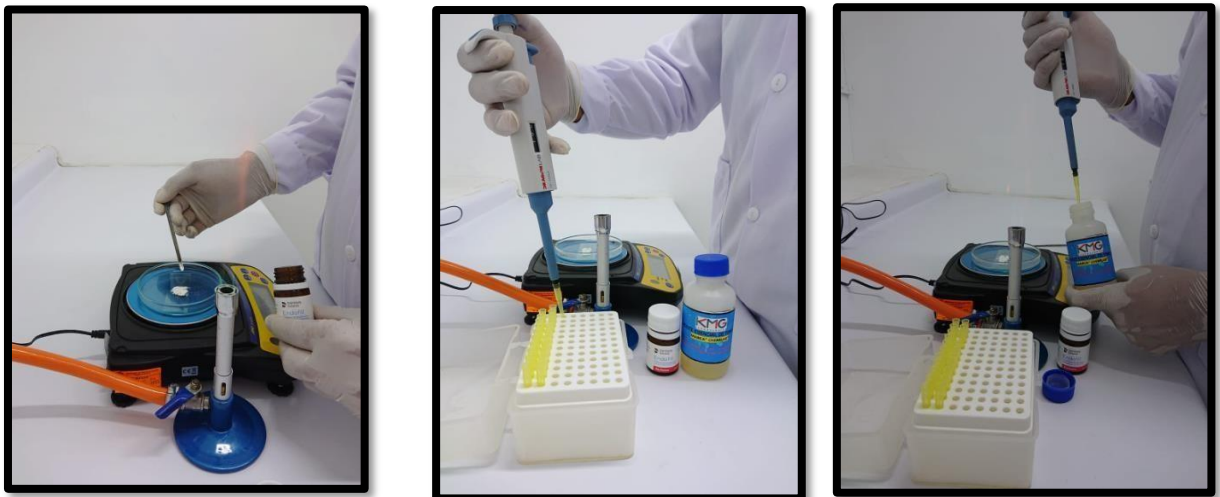
- Pesaje en balanza digital de Oxido de zinc (sellador endodóntico) y a Extracto de achote para su preparación como pasta frente al mechero Bunsen.



9.3 Pesaje en balanza digital de Oxido de zinc (sellador endodóntico) y aceite de Copaiba para su preparación como pasta frente al mechero Bunsen.

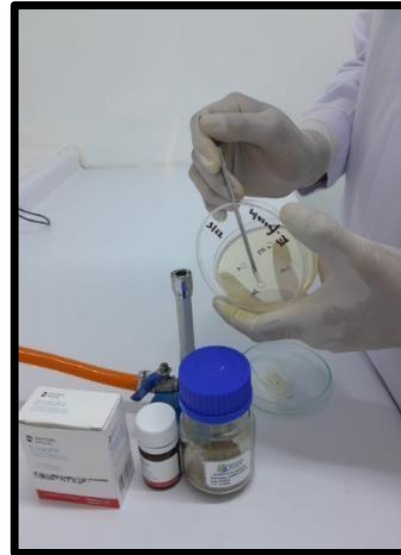


9.4 Pesaje en balanza digital de Oxido de zinc (sellador endodóntico) y aceite de tomillo para su preparación como pasta frente al mechero Bunsen.



10. Procedimiento de inoculación de 25 mg de las sustancias de prueba, en esterilidad, frente al mechero de Bunsen

Inoculación a los pocillos antibiograma con pasta de sellador endodóntico a base de óxido de zinc con Achiote (*Bixa orellana*)



Inoculación a los pocillos antibiograma con pasta de sellador endodóntico a base de óxido de zinc puro



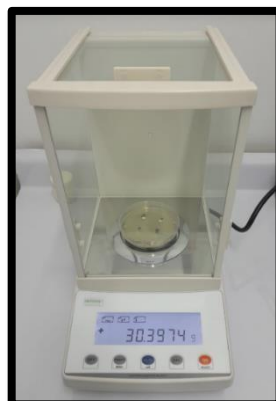
Inoculación a los pocillos antibiograma con pasta de sellador endodóntico a base de óxido de zinc con aceite de Tomillo (*Thymus vulgaris*)



Inoculación a los pocillos antibiograma con pasta de sellador endodóntico a base de óxido de zinc con aceite de Copaiba (*Copaifera sp.*)



En balanza analítica (Resolución: 0,1mg), se verificó el peso de 25mg cada pasta de sellador endodóntico a base de óxido de zinc con las sustancias de prueba depositado en cada pocillo antibiograma



11. Colocación de Placas Petri de agar Mueller Hinton inoculados con *Streptococcus mutans* ATCC 25175 y pastas de prueba en jarra de anaerobiosis para su estudio a las 24 y 48 horas de incubación



Se enciende la vela estéril para producir, por su combustión, dióxido de carbono (C_2), lo cual genera un ambiente anaerobio dentro de la jarra de anaerobiosis con las placas Petri inoculadas con las pastas de prueba. Luego que termine la combustión de la vela, por carencia de oxígeno dentro de la jarra anaeróbica, se procederá con la siguiente fase de incubación.

12. Colocación en la incubadora microbiológica de las placas Petri con agar Mueller Hinton inoculadas con *Enterococcus faecalis* y *Streptococcus mutans* (En jarra de anaerobiosis) conteniendo las pastas de prueba en la incubadora a 37°C por los periodos de tiempo de 24 y 48 horas



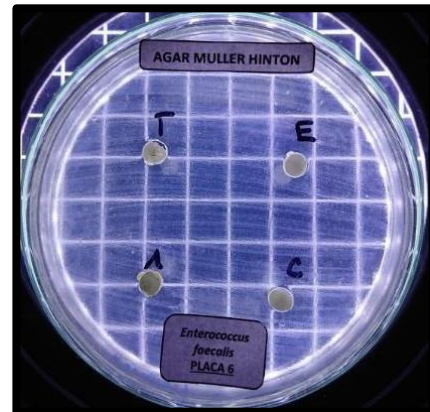
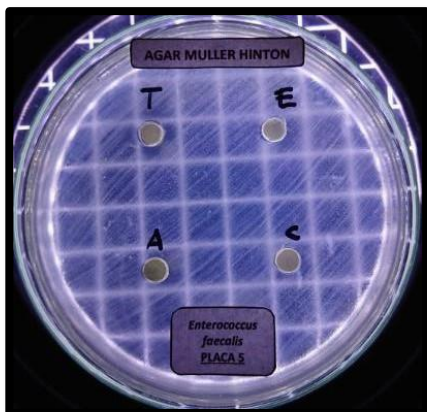
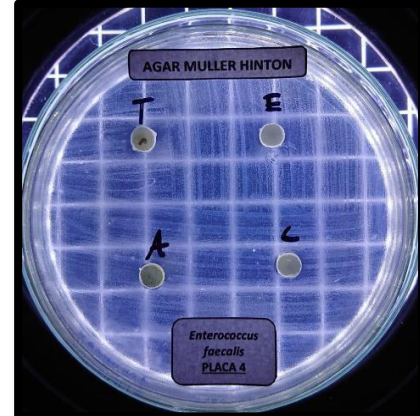
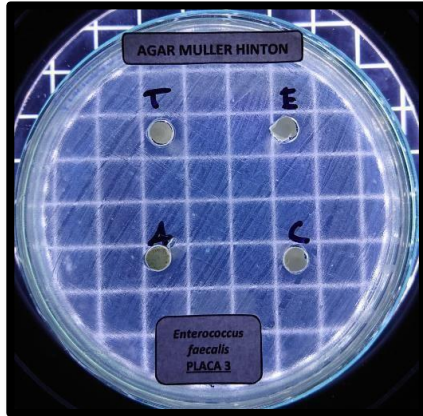
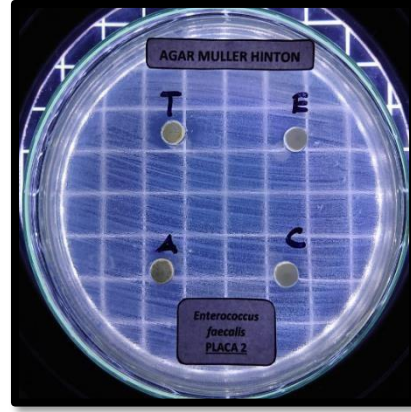
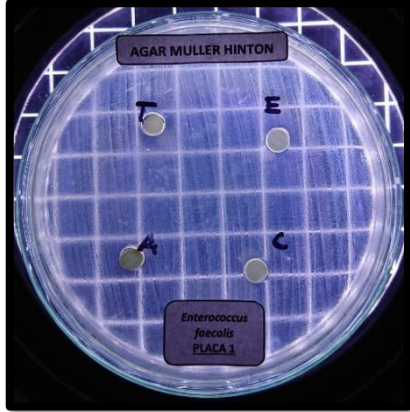
13. RESULTADOS

Después del tiempo de incubación, las placas Petri se sacan del equipo y se miden con una regla Vernier digital y una lupa de 4 aumentos de un contador de colonias microbiológico de fondo oscuro que dará contraste para observar detalladamente los halos de inhibición de las sustancias de prueba frente a *Enterococcus faecalis* y *Streptococcus mutans*.

Medición de halos de inhibición (lectura) de las sustancias de prueba en Agar Mueller Hinton inoculados con *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 y *Streptococcus mutans* ATCC 25175 en contador de colonias con lupa.



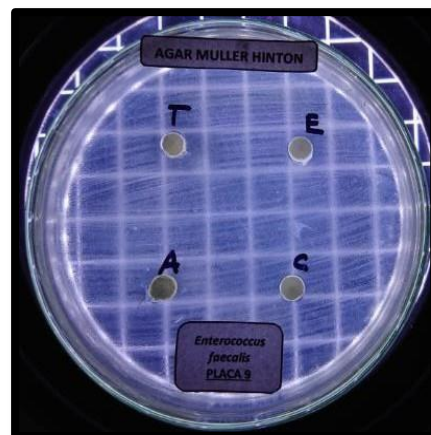
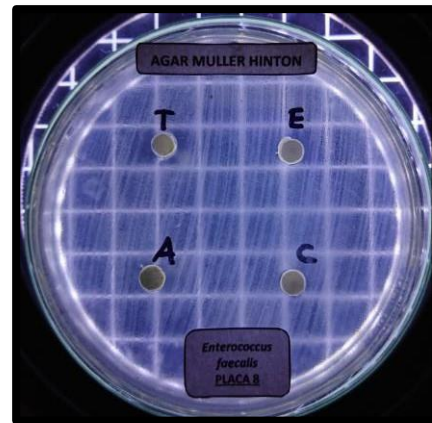
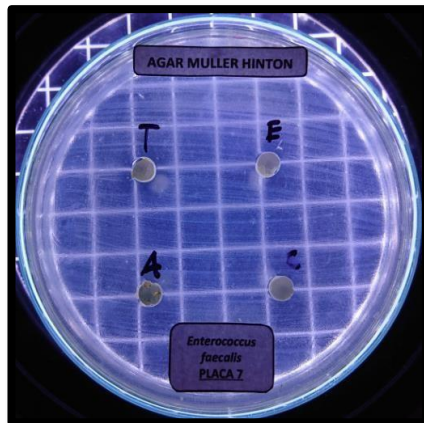
Fotos de placa Petri con pocillos antibiograma en agar Muller Hinton frente a *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 a las 48 horas



T: Sellador endodóntico de óxido de zinc con aceite esencial tomillo. A: Sellador endodóntico de óxido de zinc con extracto de achiote.

C: Sellador endodóntico de óxido de zinc con aceite esencial de Copaiba. E: Sellador endodóntico de óxido de zinc puro.

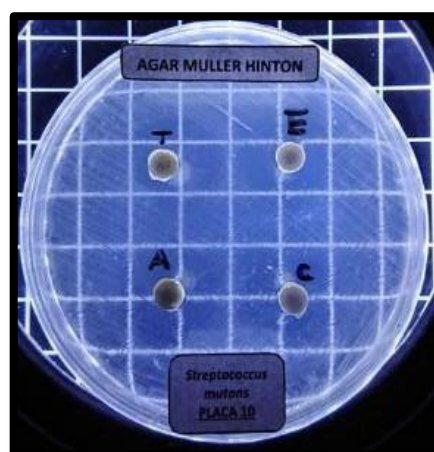
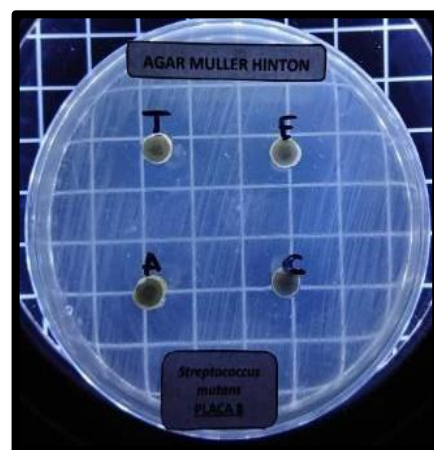
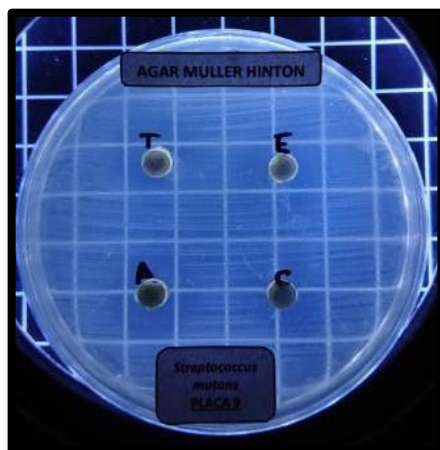
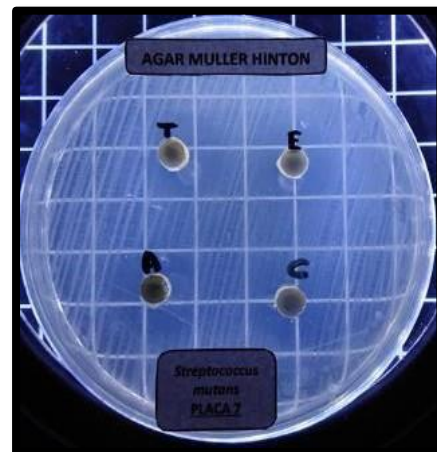
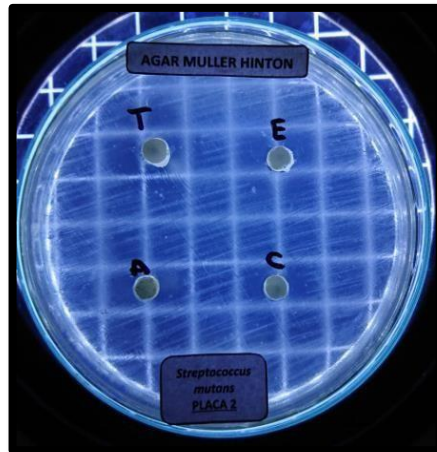
Fotos de placa Petri con pocillos antibiograma en agar Mueller Hinton frente a *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 a las 48 horas



T: Sellador endodóntico de óxido de zinc con aceite esencial tomillo. **A:** Sellador endodóntico de óxido de zinc con extracto de achiote.

C: Sellador endodóntico de óxido de zinc con aceite esencial de Copaiba. **E:** Sellador endodóntico de óxido de zinc puro.

Fotos de placa Petri con pocillos antibiograma con sellador endodóntico a base de óxido de zinc con las sustancias de prueba en agar Mueller Hinton frente a *Streptococcus mutans* ATCC 25175 alas 48 horas



T: Sellador endodóntico de óxido de zinc con aceite esencial tomillo. **A:** Sellador endodóntico de óxido de zinc con extracto de achiote.

C: Sellador endodóntico de óxido de zinc con aceite esencial de Copaiba. **E:** Sellador endodóntico de óxido de zinc puro.

14. ELIMINACIÓN DE LOS RESIDUOS BIOLÓGICOS DEL ENSAYO.

Las placas Petri y otros residuos biológicos se colocaron en bolsas rojas y se autoclavaron según procedimiento.

