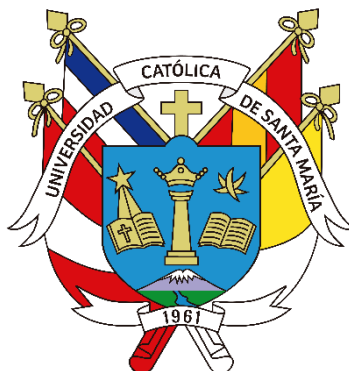


Universidad Católica de Santa María
Facultad de Odontología
Escuela Profesional de Odontología



Eficacia de la pasta antibiótica CTZ (Cloranfenicol, Tetraciclina y Óxido de Zinc) y CTZ Modificada con yodoformo sobre el crecimiento del *Enterococcus faecalis*, Arequipa 2025

Tesis presentada por la Bachiller:

Barrena Soberon, Lourdes Thamara

ORCID: 0009-0005-1719-5304

para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Asesor:

Dr. Obando Pereda, Gustavo Alberto

ORCID: 0000-0001-6044-1551

Arequipa – Perú

2025

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ODONTOLOGIA

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 29 de Abril del 2025

Dictamen: 014979-C-EPO-2025

Visto el borrador del expediente 014979, presentado por:

2020226562 - BARRENA SOBERON LOURDES THAMARA

Titulado:

**EFICACIA DE LA PASTA ANTIBIÓTICA CTZ (CLORANFENICOL, TETRACICLINA
Y ÓXIDO DE ZINC) Y CTZ MODIFICADA CON YODOFORMO SOBRE EL CRECIMIENTO DEL
ENTEROCOCCUS FAECALIS, AREQUIPA 2025**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

Título Profesional/Título de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

CIRUJANO DENTISTA

**29716878 - PORTILLA MIRANDA SEREY DORIS
DICTAMINADOR**



**29238358 - SALAS ROJAS MONICA HILDA CLEOFE
DICTAMINADOR**



**44601950 - ALVARADO GOMEZ ALBERTO ARMANDO
DICTAMINADOR**



Eficacia de la pasta antibiótica CTZ (Cloranfenicol, Tetraciclina y Óxido de Zinc) y CTZ Modificada con yodoformo sobre el crecimiento del *Enterococcus faecalis*, Arequipa 2025

INFORME DE ORIGINALIDAD

33%

INDICE DE SIMILITUD

32%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

21%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Católica de Santa María	15%
	Trabajo del estudiante	
2	tesis.ucsm.edu.pe	4%
	Fuente de Internet	
3	repositorio.ucsm.edu.pe	2%
	Fuente de Internet	
4	www.merckmanuals.com	1%
	Fuente de Internet	
5	hdl.handle.net	1%
	Fuente de Internet	
6	objdig.ufrj.br	1%
	Fuente de Internet	
7	repositorio.unheval.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
8	repositorio.unicartagena.edu.co	1%
	Fuente de Internet	

DEDICATORIA

A Dios, en quien tuve la fortaleza para no dejarme derrotar por mis tropiezos y seguir adelante en cada circunstancia que se me fue presentando a lo largo de estos 5 años de mi carrera profesional.

A mi madre **Lourdes Raquel Soberon Carpio**, quien me guio en cada momento, por su sacrificio y constancia, por su perseverancia con cada aliento que me da, alentando cada uno de mis logros e impulsándome cada día a ser una mejor persona y una gran profesional.

A mi padre **Juan Diego Barrena Ramos**, por su cariño y su apoyo, por ser la persona protagonista de mi desarrollo académico y acompañándome en todo momento, siendo mi cómplice, mi amigo y siendo mi paciente en mis prácticas profesionales gracias por ser mi ejemplo de perseverancia.

A mis abuelos **Juan Salas Velázquez y Pastora Lourdes Carpio Zegarra**, por siempre apoyarme en mi carrera y ser mis pacientes en mis prácticas profesionales, también agradecerles por siempre darme palabras de apoyo cuando más lo necesitaba y este título te lo dedico a ti abuelo que ya te encuentras en el Cielo.

A mi hermana **Sallma Evaluna Barrena Soberon**, por estar a mi lado y por siempre apoyarme, por ser mi paciente en mis primeras prácticas en clínica y por siempre darme esas palabras de apoyo que a veces la necesitaba cuando estaba triste o decaída, te quiero mucha hermanita.

A mis tías **Ana Cecilia Barrena Ramos y Jessica Milagros Barrena Ramos**, a mis tíos **Manuel Lorenzo Salas Carpio y Percy Hernán Salas Carpio**, a mis primos **Fabiana, Luciano, Catalina, Santiago y Macarena**, agradecida por todo su apoyo incondicional cuando más lo necesite.

AGRADECIMIENTOS

*A la **Universidad Católica de Santa María** y en especial a la Facultad de Odontología por permitirme ser parte de una generación de triunfadores y de grandes profesionales para el país.*

*Debo de agradecer de manera muy especial y sincera al **Dr. Gustavo Alberto Obando Pereda** y al **Dr. Luis Alberto Ponce Soto**, por su apoyo, confianza en mi trabajo y en mí, agradecerles por guiar mis ideas ya que han sido un aporte invaluable, no solamente en el desarrollo de esta tesis, sino también en mi formación de investigadora. Les agradezco también por el haberme facilitado siempre los medios necesarios para llevar a cabo todas las actividades propuestas durante el desarrollo de esta tesis, cabe resaltar los grandes consejos que siempre me brindaron como amigos y padres para mí.*

También dar un especial agradecimiento a mis dictaminadores por su tiempo, sus valiosas observaciones y su excelente evaluación que sin duda han engrandecido el resultado final de esta tesis.

A mis amigos, que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y que siempre estuvieron presentes en los peores y mejores momentos de mi vida.

Agradezco a mis amigos a Jair, Guyis, Made, Luis y Edwar por apoyarme y darme palabras de aliento y ser ellos mismos. :/

Y por último y el más importante agradecimiento va para mi familia. Sin su apoyo incondicional, colaboración y su forma de ser, habría sido imposible llevar a cabo estos hermosos años de mi carrera.

EPÍGRAFE

“El único modo de hacer un gran trabajo es amar lo que haces”
Steve Jobs



RESUMEN

Objetivo: Esta investigación presenta como objetivo evaluar la eficacia in vitro de la pasta antibiótica CTZ y CTZ modificada con diferentes concentraciones de yodoformo frente al crecimiento de *Enterococcus faecalis*, patógeno reconocido por su alta resistencia y asociación con fracasos en tratamientos endodónticos. La pasta CTZ, compuesta originalmente por cloranfenicol, tetraciclina y óxido de zinc combinado con eugenol, se ha utilizado tradicionalmente en procedimientos intracanales, especialmente en odontopediatría, donde la eliminación de la infección pulpar mediante métodos no instrumentados representa una alternativa viable.

Resultados: Se realizaron ensayos en los que se compararon formulaciones de la pasta CTZ convencional y sus versiones modificadas con 12.5%, 25% y 50% de Yodoformo, se usó el método de difusión en placa (Kirby-Bauer). Mediante la medición de los halos de inhibición, se determinó, la incorporación de Yodoformo incrementa progresivamente la capacidad antibacteriana de la pasta; en particular, la formulación con 12.5% mostró eficacia regular, mientras que la de 25% evidenció una acción sensible, y con 50% se alcanzó un efecto sumamente sensible contra *Enterococcus faecalis*.

Conclusiones: Se concluye, que la adición de Yodoformo potencia la acción antimicrobiana del sistema CTZ, donde se obtiene una opción terapéutica prometedora para el control de infecciones endodónticas, sobre todo en dientes temporales y en contextos en los que se requieren intervenciones mínimamente invasivas. No obstante, se recomienda realizar estudios clínicos adicionales para confirmar la efectividad in vivo y evaluar la seguridad y biocompatibilidad de la pasta modificada, con el fin de consolidar su uso en la práctica endodóntica.

Palabras clave:

Enterococcus faecalis, Pasta CTZ, Yodoformo.

ABSTRACT

Objective: This research present to evaluate the *in vitro* efficacy of CTZ antibiotic paste and CTZ modified with different concentrations of yodoform against the growth of *Enterococcus faecalis*, a pathogen known for its high resistance and association with failures in endodontic treatments. CTZ paste, originally composed of chloramphenicol, tetracycline, and zinc oxide combined with eugenol, has traditionally been used in intracanal procedures, especially in pediatric dentistry, where the elimination of pulpal infection through non-instrumented methods represents a viable alternative.

Results: Tests were conducted comparing formulations of conventional CTZ paste and its modified versions with 12.5%, 25%, and 50% of yodoform, using the plate diffusion method (Kirby-Bauer). By measuring the inhibition halos, it was determined that the incorporation of iodoform progressively increases the antibacterial capacity of the paste; in particular, the formulation with 12.5% showed regular efficacy, while the 25% version demonstrated a sensitive action, and with 50%, an extremely sensitive effect was achieved against *Enterococcus faecalis*.

Conclusions: It is concluded, that the addition of yodoform enhances the antimicrobial action of the CTZ system, representing a promising therapeutic option for the control of endodontic infections, especially in primary teeth and contexts where minimally invasive interventions are required. However, additional clinical studies are recommended to confirm its *in vivo* effectiveness and to assess the safety and biocompatibility of the modified paste, to support its use in endodontic practice.

Keywords:

Enterococcus faecalis, CTZ paste, yodoform.

ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
EPÍGRAFE	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO TEÓRICO.....	2
1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.1. Determinación del problema.....	3
1.2. Enunciado.....	4
1.3. Descripción del problema.....	4
1.3.1. Disciplina científica.....	4
1.3.2. Operacionalización de variables.....	4
1.3.3. Interrogantes básicas.....	4
1.3.4. Taxonomía de la investigación.....	5
1.4. Justificación.....	5
1.4.1. Actualidad.....	5
1.4.2. Utilidad.....	5
1.4.3. Relevancia científica.....	5
1.4.4. Originalidad.....	5
1.4.5. Viabilidad.....	6
1.4.6. Interés personal.....	6
2. OBJETIVOS.....	6
2.1 OBJETIVOS GENERALES.....	6
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
3. MARCO TEÓRICO.....	7
3.1. Marco conceptual.....	7
3.1.1. <i>Enterococcus faecalis</i>.....	7
a) Definición.....	7
b) Características.....	7
c) Taxonomía.....	7
d) Morfología de <i>Enterococcus faecalis</i>	8
e) Patogenia.....	8
f) Cultivo y observación microscópica.....	8

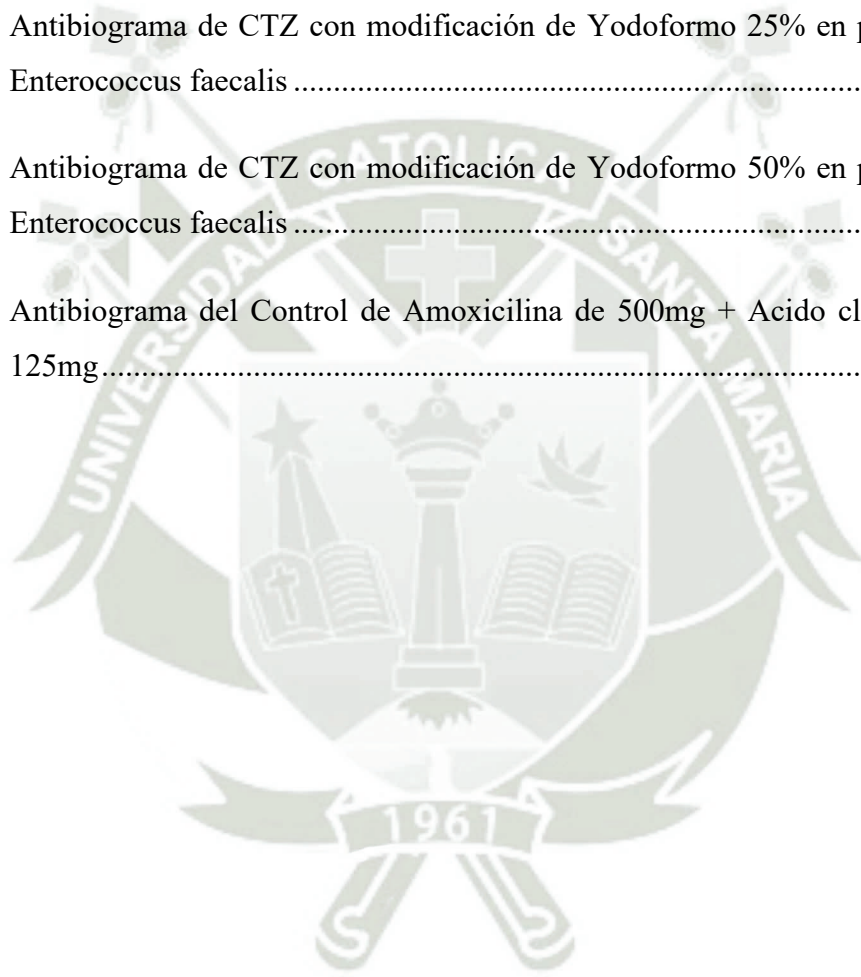
3.1.2. Características de la Pasta CTZ (Clorafenicol, Tetraciclina y Óxido de Zinc) y pasta CTZ modificada con Yodoformo	10
3.1.2.1. Cloranfenicol	10
a) Descripción.....	10
b) Farmacocinética	10
c) Indicaciones	10
d) Contraindicaciones.....	11
e) Precauciones	11
f) Durante el embarazo y la lactancia	12
3.1.2.2. Tetraciclina.....	12
a) Descripción.....	12
b) Farmacocinética	12
c) Indicaciones	13
d) Contraindicaciones.....	14
e) Precauciones	14
f) Durante el embarazo y la lactancia	15
g) Efectos Secundarios	15
3.1.2.2.1. Uso en infecciones dentales agudas y graves.....	16
3.1.2.2.2. Tetraciclina dientes.....	16
3.1.2.3. Óxido de zinc.....	17
a) Descripción y uso	17
b) Aspecto físico	18
c) Ingrediente activo	18
d) Presentación.....	18
e) Vida útil	18
f) Condiciones de almacenamiento:.....	18
g) Oxido de Zinc en Odontología.....	18
3.1.2.4. Yodoformo	19
a) Descripción.....	19
b) Descripción Físico - Químicas.....	19
c) Propiedades y usos del yodoformo	19
d) Efectos adversos	20
e) Conservación	20
f) Ejemplos de formulación:	20
3.1.3. Tratamiento Endodóntico en Dientes Temporales	21
3.1.3.1. Pulpotomía Formocresolada.....	22
3.1.3.2. ¿Qué es una pulpectomía?	23

3.1.3.3. ¿Qué es y en qué consiste una Apicectomía?	24
3.2. Análisis de Antecedentes Investigativos	26
3.2.1. Antecedentes Locales	26
3.2.2. Antecedentes Nacionales	28
3.2.3. Antecedentes Internacionales	30
4. HIPÓTESIS	33
CAPITULO II PLANTEAMIENTO OPERACIONAL	34
1. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE VERIFICACIÓN	35
1.1. Técnica	35
1.1.1. Precisión de la técnica	35
1.1.2. Esquematización	35
1.1.3. Formulación de la CTZ + % de Yodoformo	35
1.1.4. Descripción de la técnica de Kirby Bauer	36
a) Método de Kirby Bauer	36
1.1.7. Lectura de las placas e interpretación de los resultados	37
1.1.7.1. Diseño investigativo	37
1.2. Instrumentos	38
1.2.1. Instrumento documental	38
1.2.2. Instrumentos Mecánicos	39
1.3. Materiales	39
1.3.1. Materiales de verificación	39
2. CAMPO DE VERIFICACIÓN	40
2.1. Ubicación espacial	40
2.2. Ubicación temporal	40
2.3. Unidades de estudio	40
3. ESTRATEGIA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	42
3.1. Organización	42
3.2. Recursos	42
3.3. Prueba piloto	43
4. ESTRATEGIA PARA MANEJAR LOS RESULTADOS	43
4.1. Plan de procesamiento	43
4.1.1. Tipo de procesamiento	43
4.1.2. Operaciones del procesamiento	43
4.2. Plan de análisis de datos	44
4.2.1. Tipo de análisis	44
4.2.2. Tratamiento estadístico	44
CAPÍTULO III RESULTADOS	45

DISCUSIÓN.....	59
CONCLUSIONES.....	61
RECOMENDACIONES	62
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
ANEXOS	68
ANEXO 1 SOLICITUD PARA EL USO DEL LABORATORIO DE QUÍMICA Y PROTEÍNAS DE LA UCSM	69
ANEXO 2 REPUESTA PARA EL USO DEL LABORATORIO DE QUÍMICA Y PROTEÍNAS DE LA UCSM	70
ANEXO 3 FICHA DE REGISTRO.....	71
ANEXO 4 MATRIZ DE DATOS	73
ANEXO 5 EVIDENCIAS FOTOGRAFICAS	78
ANEXO 6 PLACAS CTZ SIN MODIFICACIÓN	83
ANEXO 7 PLACAS DE LA PASTA CTZ MODIFICADA CON YODOFORMO 12.5%	85
ANEXO 8 PLACAS DE LA PASTA CTZ MODIFICADA CON YODOFORMO 25%	87
ANEXO 8 PLACAS DE LA PASTA CTZ MODIFICADA CON YODOFORMO 50%	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Antibiograma de CTZ sin modificación en presencia del <i>Enterococcus faecalis</i> ...	46
Tabla 2	Antibiograma de CTZ con modificación de Yodoformo 12.5% en presencia del <i>Enterococcus faecalis</i>	49
Tabla 3	Antibiograma de CTZ con modificación de Yodoformo 25% en presencia del <i>Enterococcus faecalis</i>	52
Tabla 4	Antibiograma de CTZ con modificación de Yodoformo 50% en presencia del <i>Enterococcus faecalis</i>	55
Tabla 5	Antibiograma del Control de Amoxicilina de 500mg + Acido clavulánico de 125mg.....	58



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Radiografía de pulpectomía.....	23
Figura 2. Intervención de apicectomía.....	24
Figura 3. Paso a paso de la intervención de la apicectomía.....	25
Figura 4 Comparación de la eficacia de la pasta antibiótica CTZ (Cloranfenicol, Tetraciclina Y Óxido De Zinc) CTZ sobre el crecimiento del <i>Enterococcus faecalis</i> , Arequipa 2025.....	48
Figura 5 Comparación de la eficacia de la pasta antibiótica CTZ modificas con Yodoformo 12.5% sobre el crecimiento del <i>Enterococcus faecalis</i> , Arequipa 2025.	51
Figura 6 Comparación de la eficacia de la pasta antibiótica CTZ modificada con Yodoformo 25% sobre el crecimiento del <i>Enterococcus faecalis</i> , Arequipa 2025.	54
Figura 7 Comparación de la eficacia de la pasta antibiótica CTZ modificada con Yodoformo 50% sobre el crecimiento del <i>Enterococcus faecalis</i> , Arequipa 2025.	57
Figura 8 Elaboración de las pastas CTZ y CTZ modificada.....	78
Figura 9 Elaboración de Agar.....	79
Figura 10 Autoclavado de agar y material.....	80
Figura 11 Colocación del agar en las placas Petri.....	81
Figura 12 Colocación de papel filtro con CTZ sin modificación, CTZ con Yodoformo y control de amoxicilina.....	82
Figura 13 Placa 24h	83
Figura 14 Placa 48h.....	83
Figura 15 Placa 72h.....	84
Figura 16 Placa 24h.....	85
Figura 17 Placa 48h.....	85
Figura 18.....	85
Figura 19 Placa 72h.....	86
Figura 20 Placa 24h.....	87
Figura 21 Placa 48h.....	87
Figura 22 Placa 72h.....	88
Figura 23 Placa 24h.....	89
Figura 24 Placa 48h.....	89
Figura 25 Placa 72h.....	90

INTRODUCCIÓN

Enterococcus faecalis se ha reconocido como uno de los principales microorganismos responsables de las infecciones en el sistema de conductos radiculares que han experimentado un fracaso en el tratamiento endodóntico (1).

Su prevalencia tiende a ser más frecuente en pacientes que se encuentre en etapa inicial, intermedia o en retratamiento endodóntico a diferencia de los pacientes que no presentan historial endodóntico. Está asociada con diferentes formas de enfermedad periradicular (1).

La pasta antibiótica **CTZ** está constituida principalmente por Cloranfenicol, Tetraciclina y Óxido de zinc, se propuso en 1959 por Soller y Capiello, se ha demostrado ser eficaz contra el *Enterococcus faecalis*, y actúa como medicamento intraconducto de las piezas dentarias (permanentes y deciduas) no vitales con infección persistente (1).

Basado en estas premisas, se pretende optimizar la pasta CTZ modificada utilizando los antibióticos mencionados: Cloranfenicol, Tetraciclina, Óxido de Zinc y Yodoformo con diferentes concentraciones de 12.5%, 25% y 50% para poder alcanzar su efectividad en los tratamientos pulpares, tanto totales como parciales, buscando inhibir al *Enterococcus faecalis*, microorganismo que representa uno de los mayores desafíos debido a su alta resistencia a los tratamientos pulpares.

La investigación está estructurada en tres segmentos:

El capítulo I, respecto al Planteamiento Teórico, se abordan, el problema, los objetivos, el marco teórico y la hipótesis.

En el capítulo II, se incluye, planteamiento operacional, que contempla la técnica, los instrumentos y los materiales, así como el ámbito de verificación, los métodos de recolección y el manejo de los resultados.

En el capítulo III, se presentan los resultados obtenidos en la investigación a través del procesamiento y análisis estadístico de los datos utilizando tablas y gráficos con su interpretación, así como la discusión, conclusiones y recomendaciones.

Finalmente se incluye las referencias bibliográficas y anexos correspondientes.



CAPÍTULO I
PLANTEAMIENTO TEÓRICO

1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Determinación del problema

Enterococcus faecalis se ha reconocido como un factor común de infecciones en los conductos radiculares que han experimentado un fracaso en el tratamiento endodóntico (1).

Su prevalencia aumenta en pacientes que están recibiendo tratamiento endodóntico inicial, en aquellos en mitad del tratamiento y en pacientes que reciben retratamiento endodóntico en comparación con aquellos sin historial endodóntico. Está asociada con diferentes formas de enfermedad perirradicular (1).

Estudios han demostrado una prevalencia de *E. faecalis* en dientes con lesiones perirradiculares tratadas, que varía del 24 al 77%. Esto puede atribuirse a diferentes técnicas de identificación, diferencias geográficas o tamaño de muestra. En algunos casos, *E. faecalis* ha sido el único organismo presente en dientes tratados con conducto radicular con lesiones perirradiculares. Se ha estudiado un método basado en espectroscopía óptica como una forma de detectar la actividad de *E. faecalis* en el sistema de conductos radiculares (1).

Especialistas de la Dirección de Salud Bucal del Ministerio de salud (Minsa) señalaron que la deficiente higiene oral, junto con el uso de pasta dental con bajo contenido de flúor, favorece a la aparición de caries dentales que oscila al 85% de los niños menores de 11 años (2).

La pasta triantibiótica **CTZ** compuesta principalmente por Cloranfenicol, Tetraciclina y Óxido de Zinc, ha demostrado ser eficaz contra el *Enterococcus faecalis*, y actúa como medicamento intraconducto de las piezas dentarias (permanentes y deciduas) no vitales con infección persistente.

La finalidad de dicha investigación es optimizar la pasta triantibiótica para notar su eficacia frente a los tratamientos pulpares primarias, totales y parciales para ver la inhibición del *Enterococcus faecalis* que es la bacteria principal de dicho problema de resistencia de tratamiento

1.2. Enunciado

Eficacia de la pasta antibiótica CTZ (Cloranfenicol, Tetraciclina y Óxido de Zinc) y CTZ Modificada con yodoformo sobre el crecimiento del *Enterococcus faecalis*, Arequipa 2025.

1.3. Descripción del problema

1.3.1. Disciplina científica

- a) **Área General** : Ciencias de la Salud
- b) **Área Específica** : Odontología
- c) **Especialidad** : Odontopediatría
- d) **Línea o Tópico** : Endodoncia pediátrica

1.3.2. Operacionalización de variables

Variable	Indicadores	Subindicadores
Variable estímulo Pasta CTZ	CTZ (Sin modificación) CTZ + Yodoformo	12.5% de Yodoformo 25% de Yodoformo 50% de Yodoformo
Variable respuesta Crecimiento del <i>Enterococcus faecalis</i>	Halo inhibitorio (mm)	Nula ≤ 8 mm Sensible $\geq 9 - 14$ mm Muy sensible $\geq 15 - 19$ mm Sumamente sensible ≥ 20 mm

1.3.3. Interrogantes básicas

- ¿Cuál es la eficacia de la pasta experimental al 12.5% de Yodoformo sobre el crecimiento del *Enterococcus faecalis*?
- ¿Cuál es la eficacia de la pasta experimental al 25% de Yodoformo sobre el crecimiento del *Enterococcus faecalis*?
- ¿Cuál es la eficacia de la pasta experimental al 50% de Yodoformo sobre el crecimiento del *Enterococcus faecalis*?
- ¿Cuál de las pastas tiene un mejor efecto sobre el crecimiento del *Enterococcus faecalis*?

1.3.4. Taxonomía de la investigación

Abordaje	Tipo de estudio					Diseño	Nivel
	Por la técnica de recolección	Por el tipo de dato	Por el N° de mediciones de la variable	Por el N° de muestras o poblaciones	Por el ámbito de recolección		
Cuantitativo	Experimental	Prospectivo	Transversal	Comparativo	Laboratorial	Experimental	Explicativo

1.4. Justificación

La presente investigación se justifica por las siguientes consideraciones:

1.4.1. Actualidad

El trabajo de investigación se realizará en el presente año, teniendo como objetivo en dar a la comunidad una opción más de una pasta modificada frente al crecimiento bacteriano del *Enterococcus faecalis*.

1.4.2. Utilidad

Dar a conocer la efectividad de la pasta antibiótica experimental en el crecimiento de la bacteria *Enterococcus faecalis* aportando así material y resultados actualizados para futuras investigaciones.

1.4.3. Relevancia científica

El estudio es científicamente relevante, porque puede contribuir a evitar y reducir los fracasos en tratamientos pulpares y optimizar el manejo de tratamientos odontológicos.

1.4.4. Originalidad

La finalidad de la investigación es lograr una mayor eficacia de la pasta CTZ mediante el empleo de antibióticos alternativos.

1.4.5. Viabilidad

Es factible trabajar en un laboratorio y trabajar in vitro.

1.4.6. Interés personal

Aspirar al título profesional de cirujana dentista y colaborar con el progreso de la investigación y la comunidad científica.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GENERALES

- Identificar cuál de las 2 pastas tiene mayor eficacia sobre el *Enterococcus faecalis*

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la eficacia de la pasta experimental al 12.5% sobre el crecimiento del *Enterococcus faecalis*.
- Determinar la eficacia de la pasta experimental al 25% sobre el crecimiento del *Enterococcus faecalis*.
- Determinar la eficacia de la pasta experimental al 50% sobre el crecimiento del *Enterococcus faecalis*.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Marco conceptual

3.1.1. *Enterococcus faecalis*

a) Definición

Enterococcus faecalis es una bacteria gram-positiva, anaerobia facultativa que se presenta en forma de cocos dispuestos en cadenas cortas o pares. Es inmóvil y no forma esporas. Se encuentra comúnmente en el tracto gastrointestinal de humanos y animales.

Esta bacteria ha ganado especial atención en odontología debido a su papel como uno de los principales patógenos implicados en las infecciones persistentes del sistema de conductos radiculares después de un tratamiento de endodoncia fallido.

b) Características

Son bacterias anaerobias facultativas, carentes de movilidad, con una actividad catalasa que puede ser negativa o ligeramente positiva. Tienen la capacidad de fermentar azúcares como la glucosa, produciendo ácido láctico sin emisión de gas, y también pueden desarrollar biopelículas.

Los *Enterococcus* se distinguen de los *Streptococcus* por su capacidad de crecer en un amplio rango de temperaturas, desde 10°C hasta 45°C. Además, muestran mayor resistencia frente a condiciones ambientales adversas, siendo capaces de tolerar concentraciones de NaCl al 6,5%, con un pH de 9,6 y soporta temperaturas de hasta 60°C hasta 30min (3).

c) Taxonomía

Dominio : Bacteria
Filo : Firmicutes
Clase : Bacilli
Orden : Lactobacillales
Familia : Enterococcaceae
Género : Enterococcus
Especie : Faecalis (3).

d) Morfología de *Enterococcus faecalis*

Su tamaño varía entre $0,6 - 2,0 \times 0,6 - 2,5 \mu\text{m}$, organizándose típicamente en pares o cadenas cortas, sin capacidad de esporulación (3).

e) Patogenia

- Virulencia - capacidad de adhesión, formación de biopelículas (proteínas gelatinasa, pili).
- Resistencia a antibióticos (Vancomicina, aminoglucósidos, oxacilina, cefalosporina, etc.)

f) Cultivo y observación microscópica

Una infección endodóntica es la infección del conducto radicular del diente y es el agente etiológico primario de las diferentes formas de enfermedades inflamatorias perirradiculares. Este proceso patológico comienza cuando la pulpa dental se necrosa, generalmente como secuela de caries, y luego se infecta por microorganismos que son habitantes normales de la cavidad oral. La infección del conducto radicular proporciona a los microorganismos un ambiente húmedo, cálido, nutritivo y anaeróbico, que está protegido en gran medida de las defensas del huésped, lo que favorece su colonización y multiplicación. Una vez establecida la infección endodóntica, los microorganismos entran en contacto cercano con los tejidos perirradiculares a través del foramen apical, causando daño a estos tejidos y dando lugar a cambios inflamatorios. Las enfermedades inflamatorias perirradiculares son comunes en los seres humanos (5).

Tradicionalmente, las bacterias endodónticas se han estudiado mediante técnicas basadas en el cultivo, que dependen del aislamiento, crecimiento e identificación de laboratorio por morfología y pruebas bioquímicas. Sin embargo, estas técnicas tienen limitaciones en el diagnóstico microbiológico. En la última década, ha habido avances en diagnósticos moleculares microbianos, principalmente en hibridación de ADN-ADN y tecnología de reacción en cadena de la polimerasa (PCR) y sus derivados. Estas técnicas han ampliado significativamente el conocimiento sobre el microbiota oral en condiciones saludables y enfermas (5).

Esta técnica tradicional consiste en sembrar las muestras del conducto radicular utilizando medios para cultivo de microorganismos anaerobios estrictos y

anaerobios facultativos, y aunque se pueden identificar las proporciones de las cepas. No obstante, existe un conocimiento limitado sobre los factores específicos de crecimiento que muchos microorganismos emplean para sobrevivir en diferentes entornos, incluido el organismo humano, lo que dificulta establecer con certeza si las condiciones reproducidas en laboratorio son realmente las adecuadas para favorecer su desarrollo (5).

La microscopía de barrido láser confocal (CLSM) identifica in situ al *Enterococcus faecalis* vivos y muertos en dentina infectada puede determinar in situ la viabilidad de las bacterias en la dentina infectada. FDA/PI y naranja de acridina son útiles para esta técnica. El análisis CLSM muestra que la discriminación entre bacterias viables (verdes) y muertas (rojas) en los túbulos dentinarios infectados se pudo observar después de la tinción con FDA/PI. La naranja de acridina pudo mostrar la actividad metabólica del *E. faecalis* dentro de los túbulos dentinarios (6).

Las técnicas de muestreo microbiológico pueden estimar las unidades formadoras de colonias de bacterias cultivables y permiten el análisis cuantitativo de la infección dentaria. No obstante, este método no proporciona información clara sobre la distribución espacial de las bacterias dentro de la dentina. Las secciones histológicas muestran la distribución de las bacterias en la dentina infectada pero no proporcionan información sobre la viabilidad de las bacterias. Ambas técnicas se utilizan a menudo para determinar la actividad antibacteriana de los materiales dentales y para la investigación clínica (6).

El microscopio electrónico de transmisión se ha utilizado para visualizar túbulos infectados en lesiones cariosas e infecciones del conducto radicular en especímenes clínicos (7,8), proporcionando imágenes de alta resolución de las bacterias dentro de los túbulos dentinarios. Sin embargo, esta técnica requiere tiempo y múltiples pasos para la preparación del espécimen (9).

En los últimos años, se han hecho esfuerzos para mostrar la viabilidad de las bacterias utilizando etiquetas fluorescentes en la dentina infectada (10). Sin embargo, no se describe la distribución de bacterias vivas y muertas dentro de los túbulos dentinarios de especímenes no procesados en una alta resolución óptica que permita la diferenciación de las células bacterianas (11).

La microscopía confocal de barrido láser (CLSM) permite obtener una serie de secciones ópticas tan delgadas como 0.3 micrómetros de muestras biológicas intactas y no perturbadas. Un análisis de CLSM se utiliza comúnmente con técnicas de tinción vital para determinar el perfil de viabilidad, arquitectura y distribución espacial en biofilms microbianos (12).

3.1.2. Características de la Pasta CTZ (Clorafenicol, Tetraciclina y Óxido de Zinc) y pasta CTZ modificada con Yodoformo

3.1.2.1. Cloranfenicol

a) Descripción

Se trata de un antibiótico bacteriostático perteneciente al grupo de los anfenícoles, cuya acción consiste en interferir en la síntesis de proteínas bacterianas. Presenta un amplio espectro de actividad contra bacterias grampositivas y gramnegativas, así como frente a anaerobios, espiroquetas, *Chlamydomphila*, *Mycoplasma* y *Rickettsia* (16).

b) Farmacocinética

El Cloranfenicol se dispersa eficazmente en los distintos líquidos corporales, incluido el líquido cefalorraquídeo, y se elimina principalmente a través de la orina. Dado que su metabolismo ocurre en el hígado (17).

c) Indicaciones

Este antibiótico se utiliza en casos de infecciones severas causadas por microorganismos que no responden a otros antibióticos menos tóxicos, existen otros antimicrobianos donde el patógeno es sensible. Es especialmente útil en infecciones provocadas por *Bacteroides*, *Haemophilus influenzae*, *Neisseria meningitidis*, *Streptococcus pneumoniae*, *Salmonella* y *Rickettsia*, y también es eficaz contra varias cepas de enterococos resistentes a la vancomicina (16).

Debido a su toxicidad sobre la médula ósea, la disponibilidad de antibióticos alternativos y la aparición de resistencias, el cloranfenicol no se considera un fármaco de primera elección, salvo en situaciones

específicas como:

- Infecciones graves causadas por determinadas bacterias multirresistentes que aun presentan sensibilidad al fármaco.
- Casos como la meningitis o endoftalmitis producidas por peste, otros antibióticos no son eficaces frente a la enfermedad por la baja penetración en los tejidos.(17).

d) Contraindicaciones

- Pacientes con antecedentes de hipersensibilidad al cloranfenicol o a cualquier componente de su formulación.
- Personas que padecen porfiria.
- En el tratamiento de infecciones bacterianas leves, infecciones de origen viral o con fines profilácticos.
- En su presentación tópica, se contraindica en recién nacidos con antecedentes de insuficiencia medular o hipersensibilidad al fármaco (16).

e) Precauciones

- Se debe evitar su uso prolongado o repetitivo. Se recomienda optar su uso por otros antibióticos menos tóxicos y reservar su uso únicamente para infecciones que represente una amenaza para la vida.
- Debe administrarse con cautela en pacientes con deficiencia de glucosa-6-fosfato-deshidrogenasa, insuficiencia hepática o renal, es necesario reducir la dosis. En recién nacidos y prematuros puede presentarse el síndrome gris del recién nacido, originada por la inmadurez del metabolismo hepático.
- Se han reportado casos de discrasias sanguíneas severas incluso mortales, tras tratamiento tanto breve como prolongado con Cloranfenicol. Por ello se recomienda realizarse un control hematológico constante y suspender la administración del fármaco ante signos de mielo supresión. Las evaluaciones hematológicas deben hacerse cada 3 días.
- Su empleo por largo tiempo puede causar sobreinfección por Clostridium difficile (16).

f) Durante el embarazo y la lactancia

El cloranfenicol administrado durante el embarazo alcanza concentraciones en el feto similares a las de la madre. Aunque no se han identificado efectos teratogénicos, su uso se ha relacionado con la aparición del síndrome del bebé gris en recién nacidos. Puede considerarse su empleo en mujeres embarazadas para tratar la fiebre manchada de las Montañas Rocosas cuando se requiere un fármaco de segunda línea, aunque se debe tener especial precaución durante el tercer trimestre. Además, el cloranfenicol se excreta a través de la leche materna, por lo que está contraindicado durante la lactancia, ya que puede provocar reacciones adversas graves, especialmente en recién nacidos de bajo peso o lactantes pequeños (17).

3.1.2.2. Tetraciclina**a) Descripción**

Se trata de un antibiótico bacteriostático cuya acción es inhibir la síntesis proteica bacteriana. Presenta actividad frente a bacterias grampositivas y otros tipos de microorganismos (18).

Las tetraciclinas específicas son:

- Eravaciclina (solo IV)
- Minociclina
- Tetraciclina
- Doxiciclina
- Omadaciclina (nueva aminometilciclina) (19)

b) Farmacocinética

Las tetraciclinas, en general presentan una absorción oral alcanzando una biodisponibilidad entre el 60 y el 80%, mientras que la doxiciclina y la miocina presenta una absorción igual o superior al 90%, mientras tanto puede verse afectada por la presencia de cationes metálicos como el aluminio, calcio, magnesio o el hierro. Por esta razón, se debe evitar la administración simultánea de tetraciclinas con antiácidos, suplementos vitamínicos o minerales que contengan estos elementos ya que puede disminuir la eficacia del tratamiento (19).

La tetraciclina y la omadaciclina deben tomarse con abundante agua y con el estómago vacío. Los alimentos también disminuyen la absorción de otras tetraciclinas, pero este efecto es menos significativo que la doxiciclina y minociclina (19).

Las tetraciclinas presentan una buena adhesión en la mayoría de los tejidos y fluidos corporales, se concentran principalmente en la bilis. No obstante, sus niveles en el líquido cefalorraquídeo suelen ser insuficiente, cabe destacar que la minociclina es la única que alcanza concentraciones elevadas en secreciones como las lágrimas y la saliva (19).

c) **Indicaciones**

Las tetraciclinas poseen un amplio espectro antimicrobiano y son eficaces frente a diversos patógenos, incluyendo:

- *Rickettsias spp.*
- Espiroquetas como *Treponema pallidum*, *Borrelia burgdorferi*
- *Helicobacter pylori*
- *Vibrio spp.*
- *Yersinia pestis*
- *Francisella tularensis*
- *Brucella spp.*
- *Bacillus anthracis*
- *Plasmodium vivax* y *Plasmodium falciparum*
- *Mycoplasma spp.*
- *Chlamydomphila spp*
- Algunas cepas de *Staphylococcus aureus* resistentes a la meticilina (MRSA) (19).

No obstante, entre el 5 y el 10% de las cepas de *Streptococcus pneumoniae* y muchos estreptococos beta-hemolíticos del grupo A presentan resistencia a estos antibióticos. Asimismo, es común la resistencia en diversos bacilos gramnegativos urinarios y en gonococos productores de penicilina (19).

En general, las distintas tetraciclinas pueden utilizarse de manera

intercambiable para la mayoría de las indicaciones clínicas; sin embargo, la minociclina ha sido objeto de mayor estudio en el tratamiento de infecciones por *S. aureus* resistente a la meticiclina (19).

La doxiciclina suele ser la tetraciclina de elección en diversas patologías debido a su mejor tolerancia y a la posibilidad de administrarla dos veces al día, lo que facilita el cumplimiento terapéutico. Se prefiere su uso en los siguientes cuadros clínicos.

- Infecciones causadas por *Rickettsias*, *Anaplasma*, *Chlamydia*, *Chlamydophila*, *Ehrlichia*, *Mycoplasma* o *Vibrio spp*
- Exacerbaciones agudas de la bronquitis crónica
- Enfermedad de Lyme
- Brucelosis
- Ántrax (*Bacillus anthracis*)
- Peste (*Yersinia pestis*)
- Tularemia (*Francisella tularensis*)
- Granuloma inguinal
- Sífilis
- Profilaxis de la malaria causada por *Plasmodium falciparum* resistente a cloroquina (19)

d) **Contraindicaciones**

El uso de tetraciclinas está contraindicado en las siguientes situaciones:

- Hipersensibilidad a las tetraciclinas o cualquier componente de su formulación.
- Niños menores de 8 años, su administración durante la formación dentaria puede provocar pigmentación dental permanente, hipoplasia del esmalte, y afectar negativamente en el desarrollo óseo y el crecimiento. Estos efectos adversos a la edad de 4 años y en aquellos que reciben dosis elevadas.
- Pacientes con enfermedad hepática o renal severa (18).

e) **Precauciones**

El uso de tetraciclinas puede inducir a reacciones de fotosensibilidad, por

lo que se recomienda evitar la exposición prolongada del sol o a los dispositivos de bronceado artificial, ya que se puede producir quemaduras severas, eritema, prurito o erupciones cutáneas.

- El empleo prolongado del medicamento puede favorecer el desarrollo de infecciones.
- Se debe administrar con precaución en pacientes con alteración de la función hepática o renal. En caso de disfunción renal. Durante los tratamientos prolongados, se recomienda realizar controles periódicos de función hepática, renal y hematológica (18).

f) Durante el embarazo y la lactancia

las tetraciclinas tienen la capacidad de atravesar la placenta y llegar a la circulación fetal, donde se acumula en los tejidos óseos, su administración durante el segundo o tercer trimestre puede provocar una coloración dental permanente en el feto. Además, en las mujeres embarazadas especialmente las que padecen de azoemia o pielonefritis, existe el riesgo de hepatotoxicidad. En cuanto a la lactancia, las tetraciclinas se excretan en la leche materna, aunque usualmente en cantidades mínimas. No obstante, su uso en la etapa de lactancia es desaconsejado debido al riesgo de efectos adversos en el lactante (19).

g) Efectos Secundarios

El uso de tetraciclinas puede estar asociadas a una amplia variedad de reacciones adversas, entre las que se incluyen:

- **Efectos neurológicos:** pseudomotor cerebral
- **Reacciones dermatológicas:** fiebre medicamentosa, exantema, dermatitis exfoliativa, fotosensibilidad y pigmentación anormal de las uñas.
- **Alteraciones gastrointestinales:** náuseas, diarrea, estomatitis, glositis, colitis pseudomembranosa inducida por antibióticos y candidiasis oral.
- Reacciones inmunológicas: hipersensibilidad y sobreinfecciones por *Candida spp* (19).

3.1.2.2.1. Uso en infecciones dentales agudas y graves

Las infecciones dentales agudas y graves, como los abscesos, suelen estar asociadas a la invasión bacteriana del tejido pulpar, un componente interno blando ubicado dentro del diente. Este tejido se encuentra protegido por la corona formada por esmalte, dentina y la raíz, constituida únicamente por dentina.

Este tipo de infecciones se presenta con mayor frecuencia en pacientes con caries avanzadas no tratadas, tratamientos endodónticos previos que han fallado, procesos infecciosos crónicos como la periodontitis (que afecta los tejidos de soporte del diente), o tras sufrir traumatismos en la zona bucal. En estos casos, el control de la infección puede requerir tratamiento antibiótico sistémico, y las tetraciclinas pueden representar una alternativa terapéutica útil, especialmente cuando otras opciones resultan ineficaces o no se toleran bien (20).

Es fundamental considerar que las infecciones dentales no siempre se limitan a la pulpa, sino que pueden progresar hacia la región periapical e incluso llegar a comprometer el hueso dentoalveolar y los tejidos blandos adyacentes. Cuando la infección se disemina dando lugar a una celulitis, también existe el riesgo de una obstrucción de la vía aérea, lo que convierte el cuadro clínico en una urgencia médica (20).

3.1.2.2.2. Tetraciclina dientes

La tetraciclina fue el antibiótico responsable de un problema significativo que afectó a miles de personas, marcando a toda una generación que actualmente se encuentra entre los 38 y 48 años de edad. Su uso comenzó en 1948, aunque no fue hasta 1956 que Schuster y Schwman reportaron los primeros casos de pigmentación dental asociada, señalando también la capacidad del fármaco para atravesar la placenta. Posteriormente, en 1963, la FDA (Food and Drug Administration) confirmó oficialmente los

efectos adversos de este antibiótico sobre la coloración dental.

Este medicamento se deposita en los tejidos en proceso de mineralización, donde se une al calcio formando un quelato. Dicho complejo, al exponerse a fuentes de luz (como la luz solar) sufre una reacción de oxidación que da lugar al compuesto responsable de la tinción dental. Cuando se administra en embarazadas o en niños durante la fase de formación dentaria, el pigmento se deposita de forma irreversible en el esmalte y la dentina (21).

Como consecuencia, este antibiótico está contraindicado a partir del cuarto mes de embarazo y en niños menores de ocho años. Las alteraciones en el color dental pueden variar desde tonos grises, marrones o amarillentos, hasta la aparición de bandas con distintas tonalidades en un mismo diente. Esta pigmentación suele impactar negativamente en la autoestima de quienes la padecen, generando una sonrisa opaca y apagada (21).

En cuanto a la severidad, los casos pueden ir desde tinciones leves hasta muy pronunciadas, para poder mejorar el aspecto estético, se emplea una técnica no invasiva basada en la aplicación de un material compuesto (composite) directamente sobre la superficie dental, sin necesidad de tallado ni anestesia, y que puede realizarse en una sola sesión. Este material se endurece mediante luz halógena y luego se pule y abrillanta. La durabilidad del tratamiento depende del entorno bucal y de los hábitos del paciente (como consumo de café, té, tabaco o alcohol), y puede extenderse entre 7 y 15 años o más. (21).

3.1.2.3. Óxido de zinc

a) Descripción y uso

Es un polvo que se emplea en la elaboración del eugenato al mezclarse con el eugenol.

b) Aspecto físico

Es un polvo extremadamente fino, de textura impalpable, con una tonalidad blanca o ligeramente amarilla, sin olor. No contiene gránulos ni partículas ajenas a su composición.

c) Ingrediente activo

Óxido de zinc.

d) Presentación

Frasco x 175 g.

e) Vida útil

4 años.

f) Condiciones de almacenamiento:

Manténgase bien tapado, en sitio fresco, protegido de la luz y lejos del alcance de los niños (22).

g) Óxido de Zinc en Odontología

El cemento de óxido de zinc-eugenol (ZOE) es ampliamente utilizado en odontología como agente protector de la dentina y la pulpa dental, actuando como una barrera ante posibles agresiones externas luego de la preparación de una cavidad. Su función principal es aislar estas estructuras internas y sensibles del diente para evitar daños adicionales.

Este material se clasifica de manera convencional en dos tipos según su resistencia: los de **baja resistencia**, como el ZOE simple, y los de **alta resistencia**, como el ZOE reforzado (IRM). En la práctica clínica, se emplea en tratamientos de operatoria dental como selladora de conductos y en restauraciones temporales. Su proceso de fraguado es lento, aunque puede acelerarse con la presencia de humedad. (22).

Para incrementar su resistencia y reducir la solubilidad, se le añade el polímero EBA, el cual puede aumentar su resistencia hasta diez veces. Según la proporción de resina agregada, existen dos formulaciones comunes:

- 80 % cemento + 20 % resina
- 70 % cemento + 30 % resina

Cabe señalar que, al aumentar la proporción de resina, se reduce la liberación de eugenol, y por tanto, su efecto sedante. Debido a su olor y sabor intensos, así como a su potencial para causar irritación o comezón, se recomienda la fórmula con mayor cantidad de resina (70/30) en pacientes pediátricos (25).

El tiempo de fraguado en boca suele oscilar entre 20 y 40 minutos, pero puede reducirse añadiendo una gota de agua durante la mezcla o modificando la consistencia del material. Para pacientes alérgicos al eugenol, existen versiones sin este componente, en las que se reemplaza por un ácido orgánico suave. (25).

3.1.2.4. Yodoformo

a) Descripción

El Yodoformo es un compuesto orgánico cuya fórmula es CHI_3 , se presenta como un sólido cristalino de color amarillo pálido, con una naturaleza volátil y un olor intenso y característico, tradicionalmente asociado al ambiente hospitalario (23).

b) Descripción Físico - Químicas

El yodoformo se presenta como un polvo cristalino de color amarillo limón, con un olor distintivo fácilmente reconocible. Es prácticamente insoluble en agua, aunque se muestra con una buena solubilidad en etanol caliente, cloroformo y éter. Su punto de fusión se sitúa en torno a los 120°C (22).

c) Propiedades y usos del yodoformo

El yodoformo ejerce una acción antiséptica debido a su capacidad de liberar yodo de manera progresiva al entrar en contacto con los tejidos, como antiséptico local, ha sido utilizado en el tratamiento de diferentes afecciones como úlceras, heridas, quemaduras y lesiones de origen venéreo, también se utiliza en forma de gasas impregnadas con yodoformo (22).

En el ámbito odontológico, el yodoformo se ha aplicado como analgésico, antiséptico, irritante local y desinfectante, fue descubierto en 1822 y usado como agente antiséptico en 1878 (22).

No obstante, se discontinuó su uso debido a su toxicidad y otros riesgos, en la actualidad su uso es limitado a laboratorios, investigación y química fina donde se manejan condiciones de seguridad adecuadas (23).

d) Efectos adversos

Se han reportado casos aislados de encefalopatía asociados al uso de gasas impregnadas con yodoformo, lo que evidencia un riesgo potencial de toxicidad sistémica cuando esta sustancia se absorbe en cantidades significativas a través de los tejidos.

e) Conservación

Debe almacenarse en envases herméticamente cerrados y mantenerse protegido de la exposición a la luz para preservar su estabilidad y evitar su descomposición (23).

f) Ejemplos de formulación:

g.1 Gasa Iodofórmica

Yodoformo	10 g
Éter	70 g
Alcohol de 90°	70 g
Gasa de hidrófila	90 g

Modus operandi:

Se tiene que disolver el yodoformo en éter, añadir alcohol y emparar las gasas en la mezcla, luego se tiene que extender y envolver en papel pergamino y lo dejamos secar, finalmente se almacena en un frasco de vidrio en frasco de cristal topacio protegiendo de la luz (23).

g.2 Pasta de Yodoformo y bismuto (BPC 1954)

Bismuto subnitrate	1 p.
Yodoformo	2 p.

Vaselina líquida 1 p.

Modus operandi:

Mezclar y triturar en un mortero el bismuto, el subnitrato y el yodoformo. Luego, se tiene que incorporar gradualmente la vaselina para obtener una pasta homogénea (23).

g.3 Polvos acaricidas para uso veterinario

Ácido bórico 10 g

Óxido de zinc 10 g

Yodoformo 5 g (23).

Modus operandi:

Mezclar los polvos y envasar (23).

3.1.3. Tratamiento Endodóntico en Dientes Temporales

La pulpectomía consiste en la eliminación total del tejido pulpar de dientes temporales, seguida de la obturación completa de los conductores (26).

Contraindicaciones:

- Lesión apical que afecta al germen del diente permanente.
- Destrucción coronal extensa que impida la rehabilitación funcional.
- Perforación en el ápice o piso cameral.
- Próxima exfoliación fisiológica del diente.
- Pacientes inmunocomprometidos (posible tratamiento con valoración pediátrica) (26).

Técnica:

- Anestesiarse y aislar el campo operatorio
- Acceder a la cámara pulpar y ubicar los conductos
- Remover por completo la pulpa
- Irrigar los conductos con agua destilada + hidróxido de calcio.
- Confirmar la longitud del conducto
- Volver a irrigar, usar limas rotatorias suaves hasta el número 25
- Secar con conos de papel, se procede a la obturación
- Compactar el material con una torunda de algodón húmeda realizando presión y

movimientos vibratorios dentro de los conductos.

- Tomar una radiografía final como control (26).

3.1.3.1. Pulpotomía Formocresolada

La pulpotomía consiste en la remoción del tejido pulpar ubicado en la cámara pulpar, preservando la pulpa radicular. En el caso de la pulpotomía formocresolada, se aplica una solución de formocresol directamente sobre los conductos radiculares para lograr un efecto antiséptico. Posteriormente, se coloca un apósito medicamentoso, generalmente una pasta compuesta por óxido de zinc, eugenol y formocresol (26).

Contraindicaciones:

- Diente con pérdida de la corona, que impide su res.
- Presencia de patología periapical o en la zona de bifurcación.
- Pulpa que presenta exudado seroso o purulento.
- Existencia de fistula asociada al diente afectado (26).

Reacciones adversas:

- Presenta toxicidad sistémica potencial.
- Ha sido catalogado como agente mutagénico.
- Se le ha asociado como daño hepático, aunque hasta el momento no está confirmada (26).

Técnica:

- Anestésiar al paciente y realizar un aislamiento relativo.
- Acceder a la cámara pulpar mediante la técnica convencional.
- Secamos el interior de la cámara
- Se coloca una torunda de algodón con formocresol, durante 5 minutos. Luego se retira y se seca la zona.
- Realizamos la restauración definitiva del diente tratado (26).

Se compararon los dos tratamientos donde se concluyó que la Técnica de Capielo, esta técnica se requiere de más trabajo y los resultados finales son excelentes, los materiales utilizados tienen un alto grado de toxicidad a

diferencia del formocresol.

La pulpectomía garantiza la eliminación total del tejido pulpar, lo que proporciona mayor seguridad al eliminar todo el proceso infeccioso, mientras que la pulpotomía, no se puede asegurar el grado de compromiso de la pulpa radicular.

Se puede minimizar el riesgo de reinfección ya que la pulpectomía permite retirar todo el tejido comprometido, eliminando así cualquier posible de infección residual (26).

3.1.3.2. ¿Qué es una pulpectomía?

La pulpectomía en pacientes pediátricos se realiza cuando la pulpa dental presenta un daño irreversible o necrosis. En algunos casos, puede observarse un absceso pequeño, señal de una infección pulpar avanzada (28).

Figura 1.
Radiografía de pulpectomía



*BOJ (27).

Con este tratamiento, el odontopediatra retira el tejido pulpar dañado tanto de la corona como de las raíces del diente. Esto permite conservar al diente, pero sin la presencia del nervio. Los conductos radiculares se rellenan con un material obturador que se reabsorbe progresivamente a medida que el diente permanente comienza su erupción (28).

3.1.3.3. ¿Qué es y en qué consiste una Apicectomía?

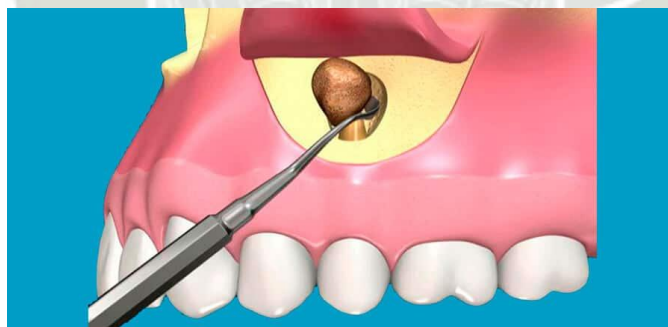
La apicectomía es una intervención quirúrgica menor que consiste en la extracción del extremo apical de la raíz, por consecuencia de una infección persistente que no respondió al tratamiento.

Este procedimiento se realiza habitualmente bajo anestesia local, el procedimiento es abrir la encía para acceder al hueso y remover el ápice radicular afectado, una vez eliminada se sella el extremo del conducto, finalmente se coloca los puntos de sutura para cerrar el tejido gingival y favorecer una correcta cicatrización (30).

a) ¿Cuándo debe realizarse esta intervención?

Cuando la infección persiste después de un tratamiento de conducto o retratamiento, en estos casos recurrimos a la apicectomía como medida terapéutica, en muchos casos la única alternativa viable a esta cirugía es la extracción de la pieza. (30).

Figura 2.
Intervención de apicectomía



* Clínica Ferrus & Bratos (29).

b) ¿Por qué la endodoncia no es suficiente?

En ciertos casos resulta ser insuficiente y es necesario recurrir a la apicectomía, entre las situaciones que pueden comprometer el éxito del tratamiento destacan

- Lesiones radiculares o periradiculares, cuando la infección se localiza en la superficie externa de la raíz
- Fractura vertical radicular, si un diente multirradicular presenta una

fisura o fractura que atraviesa la raíz. (30).

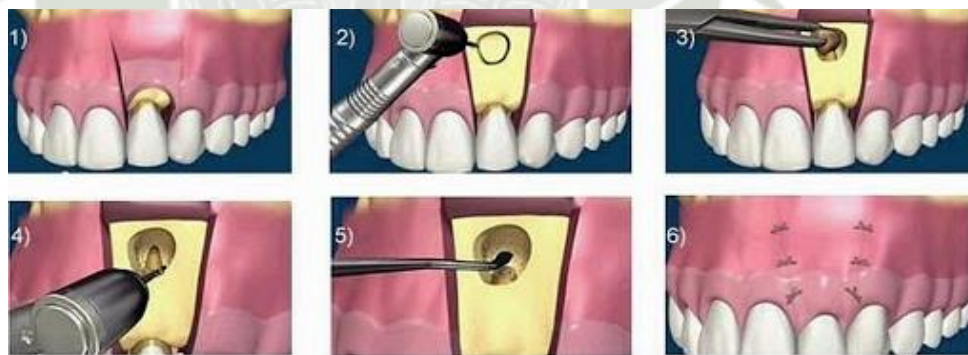
Si tras haberse realizado la endodoncia la paciente continúa teniendo dolor severo y no disminuye, presentando una hinchazón persistente o una secreción con sangre y llena de pus, puede que la endodoncia no haya sido suficiente y se requiere realizar otro tratamiento (30).

c) ¿Cuánto se tarda en realizar una apicectomía?

El primer paso es administrar la anestesia local que insensibiliza toda el área del diente afectado. Se incide la encía hasta exponer la raíz, se retira el extremo apical, se desinfecta el área y se sella con material obturador para impedir la reincidencia del proceso infeccioso. Por último, el tejido se retirará favoreciendo la cicatrización gingival. Según la posición del diente y la complejidad anatómica radicular, la intervención quirúrgica suele durar entre 30 y 90 minutos (30).

Figura 3.

Paso a paso de la intervención de la apicectomía



* Clínica Sant Marc (31).

d) Postoperatorio: ¿Se presentan complicaciones?

Las complicaciones postoperatorias son raras, gracias al uso de tecnología de última generación. Una vez cede la anestesia, el paciente puede sentir un leve malestar, que suele atenuarse de forma progresiva y resolverse entre 1 y 2 días. Es imprescindible cumplir con las indicaciones postoperatorias para garantizar una correcta cicatrización y prevenir reinfecciones.

Si tras varios días, la apicectomía parece no haber solucionado el problema,

entonces puede que haya que recurrir a la extracción de todo el diente (28).

3.2. Análisis de Antecedentes Investigativos

3.2.1. Antecedentes Locales

- **Título:** Efecto del hidróxido de calcio y la pasta triantibiótica en el crecimiento de *Enterococcus faecalis* y *Staphylococcus aureus* in vitro. Arequipa, 2022

Autor: Alvarado Gómez, Alberto Armando

Resumen: Esta investigación tuvo como propósito comparar el efecto del hidróxido de calcio y de la pasta triantibiótica sobre el crecimiento de *Enterococcus faecalis* y *Staphylococcus aureus*. Para ello, se conformaron cuatro grupos: dos experimentales y dos de control, todos cumpliendo con los criterios de inclusión establecidos. En el análisis estadístico inferencial se empleó la prueba t de Student y el análisis de varianza (ANOVA), utilizando un nivel de significancia del 5%.

Los resultados indicaron que, a las 24 horas, la clorhexidina produjo un halo de inhibición promedio de 1.44 mm frente a *E. faecalis*, el hidróxido de calcio alcanzó un promedio de 2.90 mm, el suero 0.50 mm, y la pasta triantibiótica logró el mayor efecto con un halo de 3.04 mm. Frente a *S. aureus*, la clorhexidina presentó un halo de inhibición promedio de 2.58 mm, el hidróxido de calcio 1.42 mm, el suero 0.50 mm, y la triantibiótica nuevamente fue la más eficaz con 3.44 mm.

Tras aplicar los análisis estadísticos correspondientes, se evidenció una diferencia significativa en la actividad antimicrobiana de los distintos tratamientos sobre *Enterococcus faecalis* y *Staphylococcus aureus* a las 24 y 48 horas ($p < 0.05$), por lo que se acepta la hipótesis de la investigación (29).

- **Título:** Eficacia In Vitro de la Pasta CTZ y la Pasta 3Mix-Mp en el Crecimiento de *Enterococcus faecalis* Presente en Necrosis Pulpar de Piezas Dentales Temporales – Arequipa 2014

Autor: Flores Chávez, Jonathan Tito

Resumen: El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto antimicrobiano de

dos combinaciones antibióticas: Metronidazol, Ciprofloxacino y Minociclina (Pasta 3MIX–MP), y Cloranfenicol, Tetraciclina con Óxido de zinc–Eugenol (Pasta CTZ). Se aplicó el método de difusión en placa y se realizaron lecturas a las 24, 48 y 72 horas.

Ambas pastas mostraron halos de inhibición amplios en todos los tiempos evaluados. A las 24 horas, el mayor promedio de halo de inhibición fue registrado por la Pasta 3MIX–MP (26.61 mm), seguida por la Pasta CTZ (26.33 mm). A las 48 horas, se repitió el mismo patrón: 3MIX–MP con 26.61 mm y CTZ con 26.44 mm. Finalmente, a las 72 horas, la Pasta 3MIX–MP alcanzó un promedio de 27.72 mm, mientras que la CTZ obtuvo 27.00 mm.

Se concluyó que, a las 72 horas, la Pasta 3MIX–MP presentó un efecto "in vitro" superior frente a *Enterococcus faecalis* en comparación con la Pasta CTZ. No obstante, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ambas pastas en las mediciones a las 24 y 48 horas (30).

- **Título:** Eficacia de la pasta antibiótica híbrida (PAH) y de la pasta CTZ sobre el crecimiento de la bacteria *Prevotella intermedia* UCSM Arequipa 2022

Autor: Melo Coaguila, Luciano Antonio.

Resumen: La presente investigación tuvo como objetivo comparar el efecto *in vitro* de la Pasta Antibiótica Híbrida (compuesta por yodoformo, cloranfenicol, tetraciclina, óxido de zinc y eugenol) y la Pasta CTZ (cloranfenicol, tetraciclina, óxido de zinc y eugenol). El estudio se llevó a cabo en el laboratorio de microbiología del Centro de Salud Miraflores, Arequipa, utilizando cepas ATCC® 25611™ de *Prevotella intermedia* para evaluar la sensibilidad de ambas pastas y determinar cuál presenta mayor eficacia antimicrobiana.

Se empleó el método de difusión en placa (Kirby–Bauer), con lecturas realizadas a las 24 horas mediante la observación y medición de los halos de inhibición, los cuales variaron en tamaño entre las pastas analizadas. A las 24 horas, la Pasta Antibiótica Híbrida mostró el mayor halo promedio de inhibición (35.1 mm), mientras que la Pasta CTZ registró un promedio menor (29.0 mm).

Los resultados demostraron que la Pasta Antibiótica Híbrida presentó un efecto *in vitro* intermedio frente a *Prevotella intermedia*, con mayor halo de inhibición que

la Pasta CTZ (31).

3.2.2. Antecedentes Nacionales

- **Título:** Actividad antimicrobiana in vitro de pastas 3MIX-MP y CTZ contra el *Enterococcus faecalis* ATCC® 29212, Puno 2023 - Perú.

Autor: Jesús Antonio Vargas-Mendoza, Rosini Alicia Mamani-Quispe, Jorge Luis Mercado-Portal, Abel Josue Aguilar-Vilca, Tania Carola Padilla-Cáceres.

Resumen: El objetivo de esta investigación fue determinar la actividad antibacteriana *in vitro* de la pasta triantibiótica (3MIX-MP) y de la pasta CTZ (Cloranfenicol, Tetraciclina y Óxido de Zinc-Eugenol) frente a *Enterococcus faecalis*, evaluando su efecto a las 24, 48, 72 horas y a los 7 días.

Para ello, se prepararon 210 discos de papel distribuidos en 30 placas Petri, las cuales fueron sembradas con cepas de *Enterococcus faecalis* ATCC® 29212, utilizando agar Mitis Salivarius y agar Mueller Hinton. Se aplicó el método de difusión en placa (Kirby-Bauer), con una suspensión bacteriana ajustada a 0.5 en la escala de McFarland.

Los discos de papel filtro se colocaron en pocillos y se les aplicaron 10 µl de las pastas antimicrobianas o del control. Como control positivo se emplearon discos de óxido de zinc-eugenol. Los diámetros de los halos de inhibición fueron medidos con un calibrador Vernier.

Para el análisis estadístico, se utilizó ANOVA de medidas repetidas para comparar dentro de los grupos, ANOVA de un factor para las comparaciones entre grupos y la prueba post hoc de Tukey. A las 24 horas, la pasta 3MIX-MP presentó un halo promedio de inhibición de 39.24 mm, superior al de la pasta CTZ (34.19 mm). A los 7 días, los halos disminuyeron, con un mínimo de 36.26 mm para 3MIX-MP y 26.38 mm para CTZ.

Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los halos generados por ambas pastas, excepto frente al control luego de las 48 horas. En conclusión, la pasta 3MIX-MP mostró una mayor acción inhibitoria *in vitro* frente a *Enterococcus faecalis* en comparación con la pasta CTZ, aunque el tamaño de los halos de inhibición se redujo conforme aumentó el tiempo de exposición (32).

- **Título:** Eficacia antimicrobiana de una pasta “Experimental” frente a la cepa de *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212) y *Candida Albicans* (ATCC 24433) en

comparación con la pasta Trimix y Fortrimax, estudio in vitro - Lima 2024

Autor: Nataly Parra Marcelo

Resumen: El objetivo fue evaluar la eficacia antimicrobiana de una pasta “experimental” compuesta por doxiciclina, claritromicina y metronidazol frente a *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212) y *Candida albicans* (ATCC 24433), comparándola con la pasta Trimix y Fortrimax.

Se utilizaron 120 placas Petri y la metodología aplicada fue el método de difusión en pozo. Para el ensayo contra *E. faecalis*, se emplearon 60 placas con agar Trypticase Soya, divididas en tres grupos de 20 placas según la pasta medicamentosa. En cada placa se realizaron cuatro pozos donde se colocó: la pasta correspondiente, hidróxido de calcio, hubo un control positivo y negativo. De igual forma, otras 60 placas con agar Sabouraud fueron inoculadas con *C. albicans* y distribuidas de la misma manera.

Las mediciones de los halos de inhibición se realizaron a las 24 y 48 horas. El análisis estadístico se llevó a cabo mediante ANOVA con prueba post hoc de Bonferroni ($p < 0.05$).

Los resultados mostraron que la pasta Trimix fue la más efectiva contra *E. faecalis*, seguida por la pasta experimental. En el caso de *C. albicans*, la pasta Trimix también presentó la mayor actividad antifúngica, seguida de Fortrimax y luego la pasta experimental.

Se concluyó que la pasta experimental genera un halo de inhibición considerado como de alta sensibilidad frente a *Enterococcus faecalis* y *Candida albicans* a las 24 y 48 horas (33).

- **Título:** Efectividad antibacteriana in vitro de tres pastas medicamentosas frente al *Enterococcus faecalis*. Hospital Militar Central, Lima 2018

Autores: Gonzáles Mendizabal, Rosario Gianina y Garcia Coz, María Dolores.

Resumen: El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la efectividad antibacteriana *in vitro* de tres pastas: hidróxido de calcio con omeprazol, pasta triantibiótica y hidróxido de calcio con clorhexidina al 2%, frente a *Enterococcus faecalis*.

Se prepararon 10 placas Petri con agar Müller Hinton a 40 °C, las cuales fueron inoculadas con cepas de *Enterococcus faecalis* y replicadas cinco veces. Cada placa fue dividida aleatoriamente en cuatro secciones, en las que se aplicaron las distintas

pastas medicamentosas: grupo P1 (hidróxido de calcio + clorhexidina al 2%), grupo P2 (hidróxido de calcio + omeprazol), grupo P3 (pasta triantibiótica) y grupo P4 (control negativo con agua destilada).

Las mediciones de los halos de inhibición se realizaron a las 24 horas, 48 horas y 7 días, utilizando un vernier calibrado. Los datos se analizaron mediante ANOVA y la prueba post hoc de Tukey, con un nivel de significancia del 95%, utilizando el software SPSS versión 20.

Los resultados mostraron que la pasta triantibiótica fue la más eficaz frente al crecimiento de *E. faecalis*, seguida por la combinación de hidróxido de calcio con omeprazol. En último lugar, la combinación de hidróxido de calcio con clorhexidina al 2% mostró la menor efectividad antibacteriana (34).

3.2.3. Antecedentes Internacionales

- **Título:** Pasta CTZ para abordaje endodóntico de dientes primarios: Una revisión narrativa de la literatura, Rio de Janeiro - Brasil 2022.

Autores: Portes Zeno, Ana Paula, Marañon-Vásquez, Guido A, Guimarães Primo, Laura, Braga Pintor, Andréa Vaz, Marcelo de Castro Costa

Resumen: Se tuvo como objetivo en presentar una revisión narrativa de la literatura científica sobre la pasta antibiótica CTZ, enfocándose en su capacidad antimicrobiana, biocompatibilidad y consideraciones clínicas.

Se realizaron búsquedas en las bases de datos PUBMED, BVS, Web of Science, Cochrane y Scopus, utilizando los términos: “CTZ paste”, “CTZ”, “tooth, deciduous” y “primary molars”.

La pasta CTZ demostró una actividad antimicrobiana satisfactoria contra *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli* y *Candida albicans*. Los estudios tanto *in vitro* como *in vivo* respaldan su biocompatibilidad. En cuanto a los resultados clínicos, la tasa de éxito varió entre el 37% y el 100%, mientras que el éxito radiográfico se reportó entre 29.7% y 97.4%.

En conclusión, se requieren más investigaciones que refuercen el nivel de evidencia, los datos actuales respaldan a la pasta CTZ como una opción válida en el manejo de lesiones pulpares en dientes primarios, incluso dentro del contexto de la atención en salud pública (35).

- **Título:** Efecto antibacteriano de pastas alcalinas adicionadas con Aloe vera frente a *Enterococcus faecalis*, Argentina, 2019.

Autores: MB Galiana; V Karaben; SM Ortega; MR Britos; LA Lozina; AV Galiana; NB Montiel; Carlos Daniel Lugo de Langhe; Graciela Mónica Gualdoni

Resumen: En este estudio, se formularon pastas alcalinas combinadas con gel de *Aloe vera* en concentraciones del 100%, 80% y 50%, empleando propilenglicol y polietilenglicol como vehículos. Estas formulaciones fueron evaluadas frente a cepas de *Enterococcus faecalis* con el objetivo de determinar su eficacia antibacteriana.

Los resultados mostraron que las pastas con *Aloe vera* al 100% y al 80% presentaron una mayor actividad antimicrobiana en comparación con la de menor concentración. En conclusión, las pastas alcalinas con adición de *Aloe vera* demostraron efectividad antibacteriana frente a *E. faecalis* (36).

- **Título:** La resistencia a los antibióticos disminuye la eficacia de las pastas de relleno endodónticas para el tratamiento de conductos en dientes infantiles, México 2021.

Autores: Claudia Adriana Rivera-Albarrá, Verónica Morales-Dorantes, José Luis Ayala-Herrera, Mariana Castillo-Aguillón, Uriel Soto-Barreras, Claudia Verónica Cabeza-Cabrera y Rubén Abraham Domínguez-Pérez.

Resumen: Este estudio tuvo como objetivo evaluar la eficacia de dos PBA comúnmente utilizadas frente a cepas bacterianas, tanto susceptibles como resistentes, aisladas de molares primarios con necrosis pulpar. Se recolectaron y cultivaron muestras microbiológicas de los conductos radiculares de 34 niños, obteniéndose un total de 96 unidades formadoras de colonias (UFC). Se determinó la resistencia de estas cepas a tetraciclina, rifampicina y cloranfenicol, y fueron identificadas como *Streptococcus mutans* o *Enterococcus faecalis* mediante reacción en cadena de la polimerasa (PCR).

Se evaluó la actividad antimicrobiana de dos pastas: CTZ (cloranfenicol, tetraciclina, óxido de zinc y eugenol) y la pasta modificada de Guedes-Pinto (GPM), compuesta por rifampicina, prednisolona, yodoformo y paramonoclorofenol alcanforado.

Los resultados mostraron que las zonas de inhibición fueron mayores cuando las cepas eran sensibles a los antibióticos contenidos en las pastas. En cambio, frente a

cepas resistentes, la eficacia de las PBA disminuyó considerablemente. Esto demuestra que la actividad antimicrobiana de estas pastas depende directamente del perfil de sensibilidad de los microorganismos.

Se concluye que la presencia de resistencia bacteriana afecta la efectividad de las pastas antibióticas, lo cual pone en cuestionamiento el uso de técnicas endodónticas simplificadas basadas exclusivamente en antibióticos, ya que podrían no ser suficientes para eliminar bacterias resistentes en conductos radiculares (37).



4. HIPÓTESIS

Dado que la pasta antibiótica CTZ basada en Cloranfenicol, Tetraciclina y Óxido de Zinc muestra una mayor efectividad antimicrobiana contra el *Enterococcus faecalis* in vitro en comparación con las pastas antibióticas convencionales, reduciendo significativamente la viabilidad de la bacteria en un periodo de tiempo más corto.

Es probable que la pasta antibiótica experimental compuesta por: Cloranfenicol, Tetraciclina, Óxido de Zinc y Yodoformo con diferentes concentraciones de 12.5%, 25% y 50% tienen propiedades antimicrobianas únicas y mejoradas que podrían ser más efectivas contra el *Enterococcus faecalis* (bacteria conocida por su resistencia a muchos tratamientos endodónticos). El estudio in vitro permitirá evaluar de manera controlada y precisa la eficacia de la pasta experimental en comparación con la pasta CTZ sin modificación.



1. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE VERIFICACIÓN

1.1. Técnica

1.1.1. Precisión de la técnica

Se empleó una sola técnica de observación laboratorial a través del método de Kirby para reunir información de la variable “Crecimiento *Enterococcus faecalis*”

1.1.2. Esquematización

Variable Dependiente	Indicador	Subindicador
Crecimiento <i>Enterococcus faecalis</i>	Halos de inhibición	Escala de Duraffourd Nula $\leq 8\text{mm}$ Sensible $\geq 9 - 14\text{mm}$ Muy sensibles $\geq 15 - 19\text{mm}$ Sumamente sensibles $\geq 20\text{mm}$
Variable Independiente	Indicador	Subindicador
CTZ CTZ + 12.5% Y CTZ + 25% Y CTZ + 50% Y	Clorafenicol 2g Tetraciclina 2g Oxido de zinc 4g Yodoformo 12.5% Yodoformo 25% Yodoformo 50%	

1.1.3. Formulación de la CTZ + % de Yodoformo

8g de CTZ

YODOFORMO DE 12,5%

8g ----- 100%

x ----- 12.5%

$$X = 1 \text{ g}$$

YODOFORMO DE 25%

8g ----- 100%

X ----- 25%

X= 2g

YODOFORMO DE 50%

8g ----- 100%

X ----- 50%

X= 4g

1.1.4. Descripción de la técnica de Kirby Bauer

a) Método de Kirby Bauer

- Suspensión de *Enterococcus faecalis* ATCC-29212 en caldo tioglicolato (1:10), incubada a 37 °C durante 24 h.
- Ajuste de la turbidez mediante escala de McFarland, usada como inóculo en agar.
- Preparación de la pasta triantibiótica (cloranfenicol, tetraciclina y Oxido de Zinc).
- Preparación de la pasta triantibiótica modificada (Cloranfenicol, tetraciclina, Oxido de Zinc y Yodoformo con diferentes concentraciones de 12.5%, 25% y 50%).
- Se evaluará la eficacia de la pasta CTZ sin modificación y la pasta CTZ modificada con yodoformo utilizándose 48 discos de papel filtro impregnados con los antibióticos colocándose sobre el *Enterococcus faecalis* ATCC 29212. La difusión del antibiótico formara una zona de inhibición si las bacterias son susceptibles o no.

Para esta prueba utilizamos una Cepa conocida como *Enterococcus faecalis* ATCC 29212.

Materiales que hemos usado:

- Discos de papel filtro de 6mm
- Placas petri estériles

- Placas de agar con la bacteria añadida
- Pasta antibiótica CTZ (Cloranfenicol, Tetraciclina y Oxido de Zinc)
- Pasta antibiótica al CTZm 12.5%, 25% y 50% de Yodoformo (Cloranfenicol, Tetraciclina, Oxido de zinc y Yodoformo)

Se realizaron los siguientes pasos:

- Se uso un tubo sellado de *Enterococcus faecalis* certificado, donde se realizó la suspensión en tioglicolato de 1 en 10 y se colocó en estufa a 37°C por 24 horas.
- Nos cercioramos de esparcir la bacteria *Enterococcus faecalis* de manera uniforme en todas las placas Petri.
- Una vez colocados todos los discos, incubamos las placas invertidas.
- Después de 24 horas, 48 horas y 72 horas se midió las zonas de inhibición de cada disco.
- Si los discos de prueba coinciden o superan el estándar, podemos concluir que el producto está funcionando correctamente.

1.1.7. Lectura de las placas e interpretación de los resultados

Se midieron los diámetros de cada zona de inhibición completa (incluyendo el diámetro del disco), usando una regla milimetrada. Se realizó las lecturas y se compara según la escala de DURAFFOURD.

Escala de Duraffourd

Nula $\leq 8\text{mm}$

Sensible $\geq 9 - 14\text{mm}$

Muy sensibles $\geq 15 - 19\text{mm}$

Sumamente sensibles: $\geq 20\text{mm}$

1.1.7.1. Diseño investigativo

a) Tipo de diseño

Este estudio pertenece a un diseño experimental puro

b) Esquema básico

24 horas

GE1		CTZ
GE2		CTZm 12.5%
GE3		CTZm 25%
GE4		CTZm 50%

48 horas

GE1		CTZ
GE2		CTZm 12.5%
GE3		CTZm 25%
GE4		CTZm 50%

72 horas

GE1		CTZ
GE2		CTZm 12.5%
GE3		CTZm 25%
GE4		CTZm 50%

1.2. Instrumentos

1.2.1. Instrumento documental

a) Precisión

Se aplico un registro estructurado (Anexo), desarrollado en función de la variable respuesta y sus indicadores correspondientes.

b) Estructura

Post test	Halo Inhibitorio			
	GE1	GE2	GE3	GE4
24h				

Post test	Halo Inhibitorio			
	GE1	GE2	GE3	GE4
48h				

Post test	Halo Inhibitorio			
	GE1	GE2	GE3	GE4
72h				

1.2.2. Instrumentos Mecánicos

- Autoclave
- Mecheros
- Discos de papel filtro
- Varilla de vidrio
- Vaso de precipitado
- Frasco de vidrio
- Tubos de ensayo
- Pipeta mecánica de precisión de eppendorf
- Soporte de tubos de ensayo
- Placas Petri
- Probeta
- Balanza electrónica
- Incubadora.

1.3. Materiales

1.3.1. Materiales de verificación

1.3.1.1 Medios y reactivos

- Cepa ATCC-29212 de *Enterococcus faecalis*.

- Caldo BHI
- Caldo tioglicolato
- Agar KF
- Agua destilada estéril
- Pasta antibiótica (cloranfenicol, tetraciclina, óxido de zinc y Yodoformo)

Materiales de escritorio:

- Marcadores indelebles
- Lapiceros
- Material documental (fichas de registro)
- Cinta masking tape
- Regla milimétrica
- Cámara fotográfica
- Papel Kraft

2. CAMPO DE VERIFICACIÓN

2.1. Ubicación espacial

a) **Ámbito General**

Universidad Católica de Santa María

b) **Ámbito específico**

Laboratorio de química de Proteínas F-401 – Universidad Católica de Santa María

2.2. Ubicación temporal

La investigación se ejecutó en el último semestre del 2024 y primer trimestre del 2025

2.3. Unidades de estudio

a) **Unidades de Análisis**

CTZ y CTZ modificada con yodoformo sobre el *Enterococcus faecalis*

b) **Alternativa**

Grupos

c) Identificación de los grupos

- GE1 Placa Petri con CTZ sin modificación
- GE2 Placa Petri con CTZ con 12.5% de Yodoformo
- GE3 Placa Petri con CTZ con 25% de Yodoformo
- GE4 Placa Petri con CTZ con 50% de Yodoformo

Población constituida por *Enterococcus faecalis* ATCC-29212 obtenida por cultivo (población infinita).

d) Control de los grupos

d.1. Criterio de inclusión

- Cepa de ATCC-29212 de *Enterococcus faecalis*.

d.2. Criterios de exclusión

- Cepa contaminada de *Enterococcus faecalis*, que pueda alterar su crecimiento.

e) Tamaño de los grupos

$$n = (Z_{\alpha/2} + Z_{\beta})^2 * (p_1(1-p_1) + p_2(1-p_2)) / (p_1 - p_2)^2$$

Datos:

- $Z_{\alpha/2}$: 1.96
- Z_{β} : 0.2
- p_1 : 0.8
- p_2 : 0.2
- n : 12 número de grupos

f) Formalización de los grupos

GRUPOS	Nº
GE1	3
GE2	3
GE3	3
Control	3

3. ESTRATEGIA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.1. Organización

- Obtener la aprobación del responsable del laboratorio
- Coordinar con el responsable de laboratorio las actividades programadas
- Adquirir la cepa certificada
- Ejecutar el procedimiento de laboratorio establecido
- Llevar a cabo una prueba piloto

3.2. Recursos

a) Recursos humanos

a.1. Investigadora : Bach. Lourdes Thamara Barrena Soberon

a.2. Asesor : Gustavo Alberto Obando Pereda

b) Recursos físicos

Recursos y infraestructura del laboratorio

c) Recursos económicos

Auto ofertado por la investigadora

d) Recurso Institucional

Laboratorio de química de Proteínas F-401 – Universidad Católica de Santa María

3.3. Prueba piloto

a) Tipo de Prueba

Incluyente: Las unidades de análisis utilizadas en los ensayos no se descartan, sino que se incorporan de nuevo a la investigación.

b) Muestra Piloto

2 placas Petri de cada grupo

c) Recolección Piloto

Administración preliminar de la ficha de registro a cada placa de la muestra piloto.

4. ESTRATEGIA PARA MANEJAR LOS RESULTADOS

4.1. Plan de procesamiento

4.1.1. Tipo de procesamiento

Se utilizó 2 tipos de procesamiento de la información: manual y computarizado (Programa IBM SPSS Statistics 27)

4.1.2. Operaciones del procesamiento

- **Clasificación**

La información obtenida producto de la aplicación del instrumento se colocará en la matriz de sistematización que figurará en los anexos.

- **Codificación**

Se utilizó una codificación numérica

- **Recuento**

Se empleo matrices de conteo

- **Tabulación**

Tablas de doble entrada

- **Graficación**

Graficas de barras

4.2. Plan de análisis de datos

4.2.1. Tipo de análisis

Cuantitativo, bifactorial y categórico

4.2.2. Tratamiento estadístico

VARIABLE INVESTIGATIVA	TIPO	ESCALA DE MEDICIÓN	ESTADISTICA DESCRIPTIVA	PRUEBA
Crecimiento de <i>Enterococcus faecalis</i>	Cuantitativo	De razón	<ul style="list-style-type: none"> • Media aritmética • Desviación estándar • Valores mínimo y máximo 	T de Student



CAPÍTULO III
RESULTADOS

Tabla 1

Antibiograma de CTZ sin modificación en presencia del *Enterococcus faecalis*

TIEMPO	DISCOS DE ANTIBIOGRAMA	MM DE HALO DE INHIBICIÓN	SEGÚN ESCALA DE DURANFORD
24h	Disco 1	20mm	Sumamente sensible
	Disco 2	18mm	Muy sensible
	Disco 3	21mm	Sumamente sensible
	Disco 4	22mm	Sumamente sensible
48h	Disco 1	15mm	Muy sensible
	Disco 2	17mm	Muy sensible
	Disco 3	14mm	Sensible
	Disco 4	18mm	Muy sensible
72h	Disco 1	17mm	Muy sensible
	Disco 2	18mm	Muy sensible
	Disco 3	16mm	Muy sensible
	Disco 4	19mm	Muy sensible

Halo de inhibición	Grupo de estudio		
	CTZ en 24h	CTZ en 48h	CTZ en 72h
Media Aritmética (Promedio)	20.750	17.250	17.500
Mediana	20.500	17.500	17.500
Varianza	0.917	2.917	1.667
Desviación estándar	0.9574	1.7078	1.2909
Valor Mínimo	20.00	15.00	16.00
Valor Máximo	22.00	19.00	19.00
Rango	2	4	3
Total	12	12	12

*Elaboración propia (matriz de sistematización).

En la tabla N° 1, se interpreta que la pasta CTZ sin modificación a 24, 48 y 72 horas

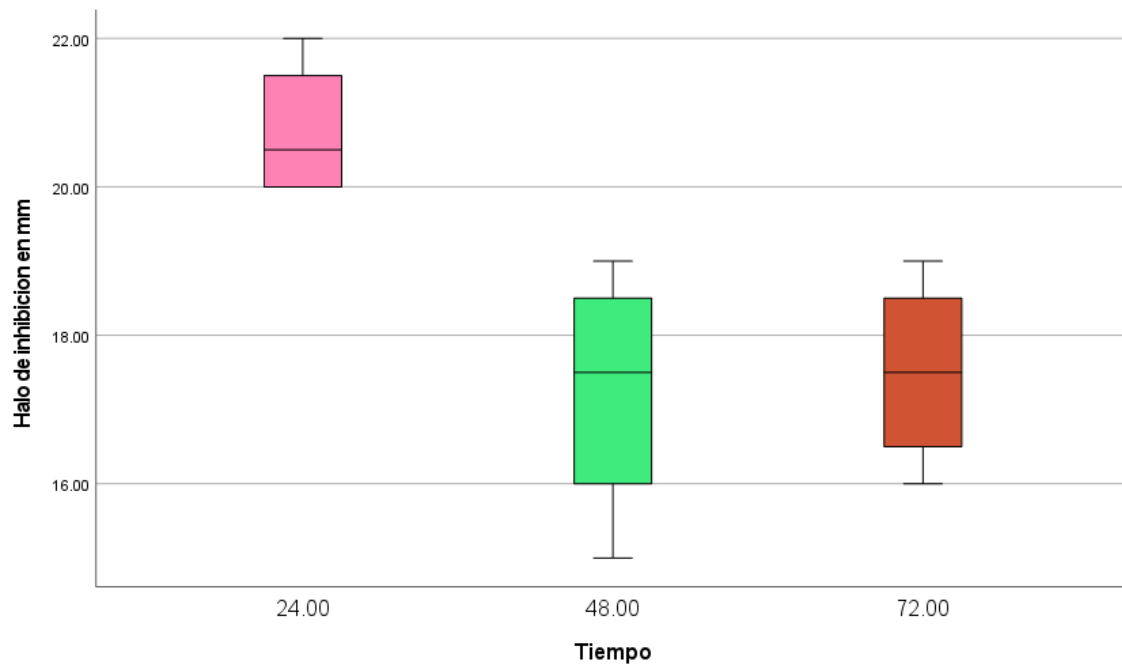
A las 24h, la pasta CTZ sin modificación produjo un halo de inhibición promedio de 20,25mm lo cual según escala de Duranffourd corresponde a Sumamente sensible, por tanto, se confirma su eficacia con rangos de sus valores mínimos y máximo entre 20mm y 22mm.

A las 48h se obtuvo un halo promedio de 16mm, que en la escala de Duranffourd equivale a Muy sensible, indicando que su efecto continuo siendo eficaz, con valores mínimo y máximo entre 15mm y 19mm.

A las 72h el halo de inhibición promedio fue de 17,5mm, igualmente considerado muy sensible según Duranffourd, por lo que mantiene su eficacia con una variación de 16 y 19mm.

Figura 4

Comparación de la eficacia de la pasta antibiótica CTZ (Cloranfenicol, Tetraciclina y Óxido de Zinc) CTZ sobre el crecimiento del *Enterococcus faecalis*, Arequipa 2025.



*Elaboración propia (matriz de sistematización).



Tabla 2
Antibiograma de CTZ con modificación de Yodoformo 12.5% en presencia del
Enterococcus faecalis

TIEMPO	DISCOS DE ANTIBIOGRAMA	MM DE HALO DE INHIBICIÓN	SEGÚN ESCALA DE DURANFORD
24h	Disco 1	20mm	Sumamente sensible
	Disco 2	18mm	Muy sensible
	Disco 3	17mm	Muy sensible
	Disco 4	15mm	Muy sensible
48h	Disco 1	19mm	Sumamente sensible
	Disco 2	15mm	Muy sensible
	Disco 3	17mm	Muy sensible
	Disco 4	14mm	Sensible
72h	Disco 1	19mm	Sumamente sensible
	Disco 2	20mm	Sumamente sensible
	Disco 3	15mm	Muy sensible
	Disco 4	17mm	Muy sensible

Halo de inhibición	Grupo de estudio		
	CTZ modificada al 12.5% de Yodoformo en 24h	CTZ modificada al 12.5% de Yodoformo en 48h	CTZ modificada al 12.5% de Yodoformo en 72h
Media Aritmética (Promedio)	17.5000	16.2500	17.7500
Mediana	17.5000	16.0000	18.0000
Varianza	4.333	4.917	4.917
Desviación estándar	2.08167	2.21736	2.21736
Valor Mínimo	15.00	14.00	15.00
Valor Máximo	20.00	19.00	20
Rango	5	5	5
Total	12	12	12

*Elaboración propia (matriz de sistematización).

En la tabla N° 2, se interpreta que la pasta CTZ con Yodoformo 12.5% a 24, 48 y 72 horas.

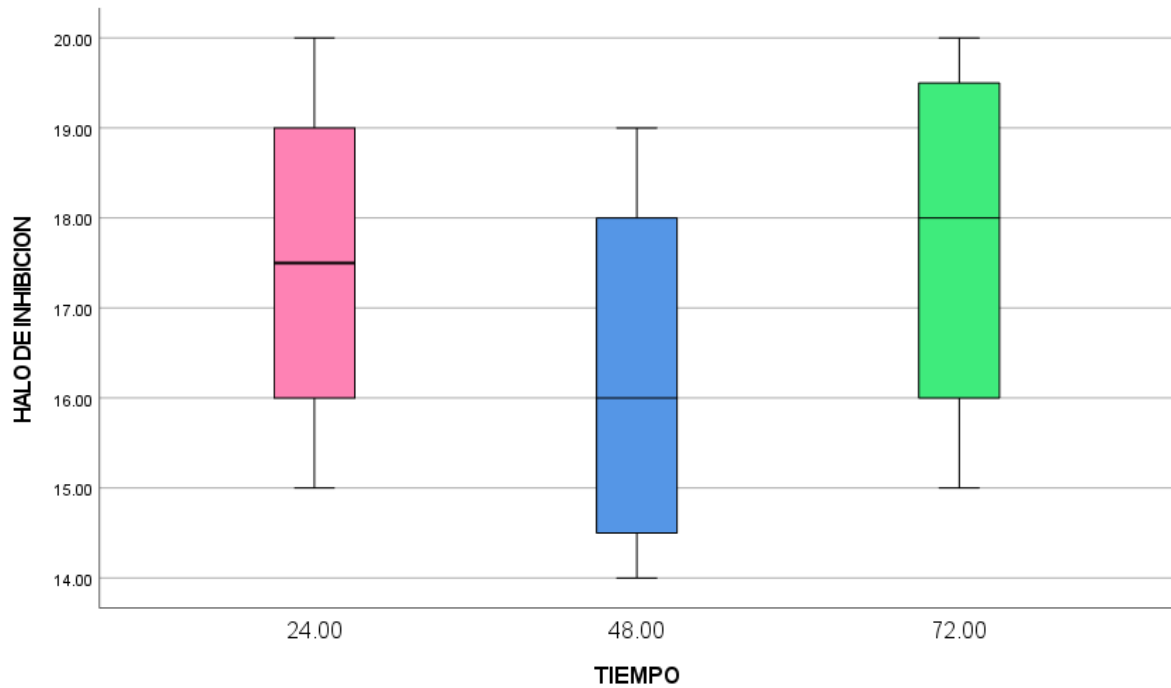
A las 24h se obtuvo un halo promedio de 17,5mm, lo cual según escala de Duranffourd corresponde a Muy sensible, por lo tanto se puede confirmar su eficacia, oscilando sus valores mínimos y máximo entre 15 y 20mm.

A las 48h se obtuvo un halo promedio de 16,25mm, que en la escala de Duranffourd equivale a Muy sensible, indicando que pasado las 48h sigue teniendo un efecto eficaz, con valores de mínimo y máximo entre 14 y 19mm.

A las 72h el halo de inhibición promedio fue de 17,75mm, igualmente considerado Muy sensible según escala de Duranffourd, por lo que mantiene su eficacia con una variación de 15 y 20mm.

Figura 5

**Comparación de la eficacia de la pasta antibiótica CTZ modificada con Yodoformo
12.5% sobre el crecimiento del *Enterococcus faecalis*, Arequipa 2025.**



* Elaboración propia (matriz de sistematización).



Tabla 3

**Antibiograma de CTZ con modificación de Yodoformo 25% en presencia del
*Enterococcus faecalis***

TIEMPO	DISCOS DE ANTIBIOGRAMA	MM DE HALO DE INHIBICIÓN	SEGÚN ESCALA DE DURANFORD
24h	Disco 1	22mm	Sumamente sensible
	Disco 2	18mm	Muy sensible
	Disco 3	16mm	Muy sensible
	Disco 4	15mm	Muy sensible
48h	Disco 1	20mm	Sumamente sensible
	Disco 2	17mm	Muy sensible
	Disco 3	15mm	Muy sensible
	Disco 4	14mm	Sensible
72h	Disco 1	13mm	Sensible
	Disco 2	10mm	Sensible
	Disco 3	14mm	Sensible
	Disco 4	15mm	Sensible

Halo de inhibición	Grupo de estudio		
	CTZ modificada al 25% de Yodoformo en 24h	CTZ modificada al 25% de Yodoformo en 48h	CTZ modificada al 25% de Yodoformo en 72h
Media Aritmética (Promedio)	17.7500	16.5000	13.0000
Mediana	17.0000	16.0000	13.5000
Varianza	9.583	7.000	4.667
Desviación estándar	3.09570	2.64575	2.16025
Valor Mínimo	15.00	14.00	10.00
Valor Máximo	18.00	20.00	15.00
Rango	7	6	5
Total	12	12	12

*Elaboración propia (matriz de sistematización).

En la tabla N° 3, se evidencia que la pasta CTZ con Yodoformo 25% mostro a 24, 48 y 72 horas los siguientes resultados.

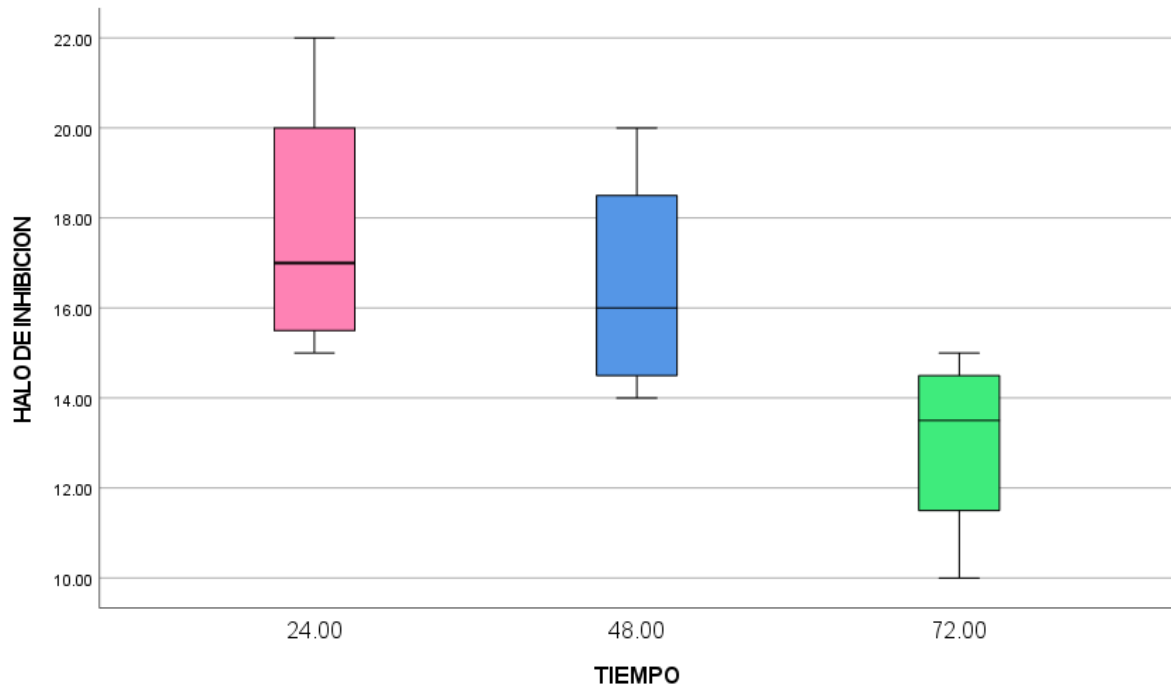
A las 24h, se registró un halo de inhibición promedio de 17,75mm, de acuerdo con la escala de Duranffourd indica a Muy sensible, esto demuestra que la pasta es efectiva, con valores que varían entre 15 y 18mm en el halo de inhibición.

A las 48h el halo de inhibición promedio fue de 16.5mm, según escala de Duranffourd corresponde a Muy sensible, estos resultados confirman que sigue manteniendo su eficacia con valores mínimo y máximo entre 14 y 20mm.

A las 72h el promedio disminuyo a 13mm, según escala de Duranffourd corresponde a Sensible, sigue teniendo un efecto eficaz, con valores mínimo y máximo entre 10 y 15mm.

Figura 6

**Comparación de la eficacia de la pasta antibiótica CTZ modificada con Yodoformo
25% sobre el crecimiento del *Enterococcus faecalis*, Arequipa 2025.**



* Elaboración propia (matriz de sistematización).

Tabla 4
Antibiograma de CTZ con modificación de Yodoformo 50% en presencia del
Enterococcus faecalis

TIEMPO	DISCOS DE ANTIBIOGRAMA	MM DE HALO DE INHIBICIÓN	SEGÚN ESCALA DE DURANFORD
24h	Disco 1	20mm	Sumamente sensible
	Disco 2	18mm	Muy sensible
	Disco 3	17mm	Muy sensible
	Disco 4	18mm	Muy sensible

48h	Disco 1	19mm	Sumamente sensible
	Disco 2	16mm	Muy sensible
	Disco 3	17mm	Muy sensible
	Disco 4	20mm	Sumamente sensible

72h	Disco 1	23mm	Sumamente sensible
	Disco 2	20mm	Sumamente sensible
	Disco 3	15mm	Muy sensible
	Disco 4	17mm	Muy sensible

Halo de inhibición	Grupo de estudio		
	CTZ modificada al 50% de Yodoformo en 24h	CTZ modificada al 50% de Yodoformo en 48h	CTZ modificada al 50% de Yodoformo en 72h
Media Aritmética (Promedio)	18.2500	18.0000	18.7500
Mediana	18.0000	18.0000	18.5000
Varianza	1.583	3.333	12.250
Desviación estándar	1.25831	1.82574	3.50000
Valor Mínimo	17.00	16.00	15.00
Valor Máximo	20.00	20.00	23.00
Rango	3	4	8
Total	12	12	12

*Elaboración propia (matriz de sistematización).

En la tabla N° 4, se observa que la pasta CTZ con Yodoformo al 50% a 24, 48 y 72 horas.

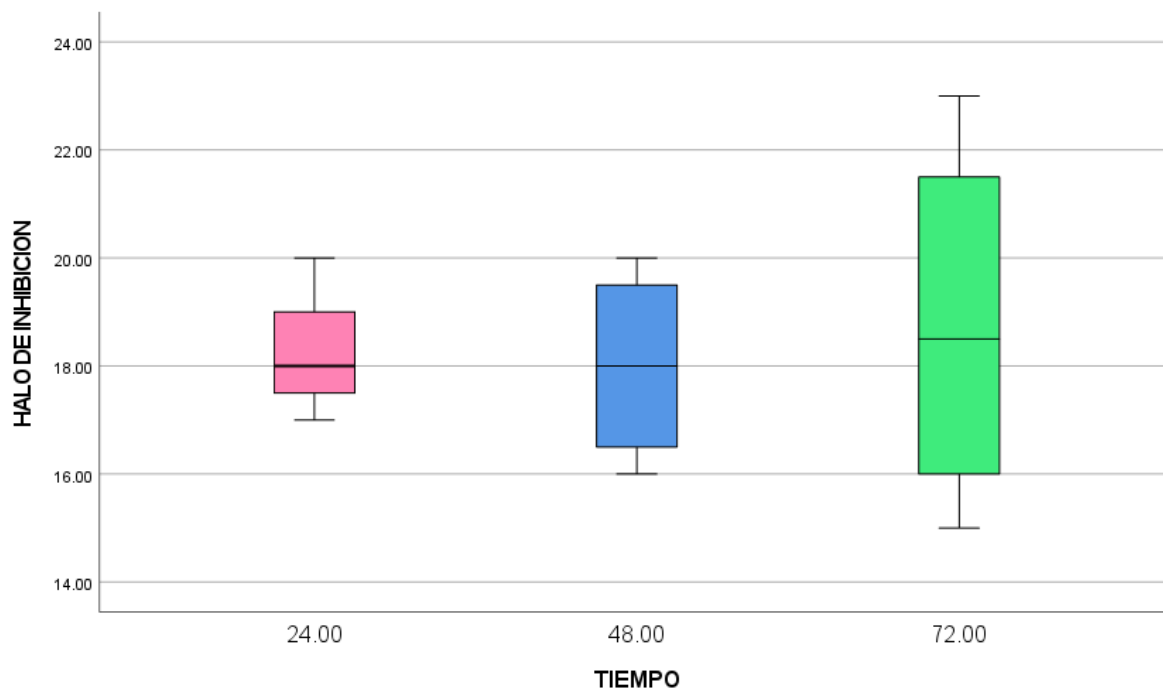
A las 24h, produjo un halo de inhibición promedio de 18.25 mm, clasificado como Muy sensible según escala de Duranffourd, lo que confirma su eficacia. Los valores oscilaron 17 y 20 mm.

A las 48h, el promedio fue de 18 mm, manteniendo la categoría a Muy sensible, lo que indica que su efecto sigue siendo efectivo, con un rango entre 16 y 20 mm.

A las 72h, el halo de inhibición aumento a un promedio de 18,75 mm, aun dentro del rango Muy sensible, demostrando su persistente eficacia con valores entre 15 y 23 mm.

Figura 7

**Comparación de la eficacia de la pasta antibiótica CTZ modificada con Yodoformo
50% sobre el crecimiento del *Enterococcus faecalis*, Arequipa 2025.**



*Elaboración propia (matriz de sistematización).

Tabla 5

Antibiograma del Control de Amoxicilina de 500mg + Acido clavulánico de 125mg

TIEMPO	DISCOS DE ANTIBIOGRAMA	MM DE HALO DE INHIBICIÓN	SEGÚN ESCALA DE DURANFORD
24h	Disco 1	22mm	Sumamente sensible
	Disco 2	17mm	Muy sensible
	Disco 3	15mm	Muy sensible
	Disco 4	14mm	Sensible

48h	Disco 1	18mm	Muy sensible
	Disco 2	16mm	Muy sensible
	Disco 3	19mm	Muy sensible
	Disco 4	17mm	Muy sensible

72h	Disco 1	15mm	Muy sensible
	Disco 2	17mm	Muy sensible
	Disco 3	14mm	Sensible
	Disco 4	12mm	Sensible

DISCUSIÓN

Esta investigación evaluó in vitro la eficacia de la pasta antibiótica CTZ enriquecida con distintas concentraciones de Yodoformo (12.5%, 25% y 50%) contra el *Enterococcus faecalis*, un microorganismo altamente resistente y común en tratamientos endodónticos fallidos o con infección persistente. Se observó que a medida que aumentó la concentración de yodoformo, el diámetro del halo de inhibición fue mayor, lo que indica una mejor actividad antimicrobiana.

Numerosos estudios han demostrado que *Enterococcus faecalis* puede resistir la acción bactericida del hidróxido de calcio, uno de los medicamentos intracanal más utilizados tradicionalmente. Esta resistencia se debe a su capacidad para mantener la homeostasis intracelular y neutraliza el pH alcalino del hidróxido de calcio.

En esta investigación, se evaluó la efectividad de la pasta CTZ modificada con diferentes concentraciones de **Yodoformo**, un compuesto antimicrobiano ampliamente utilizado por su liberación lenta de yodo, que potencia la acción antibacteriana de la pasta. Los resultados demostraron que a mayor concentración de Yodoformo (especialmente con 50%), mayor fue el halo de inhibición frente a *Enterococcus faecalis*, siendo clasificado como "sumamente sensible" según la escala de Duraffourd.

La pasta con 12,5% de yodoformo presentó un halo de inhibición clasificado como "sensible", demostrando un efecto antimicrobiano moderado. La concentración del 25% mostró un incremento significativo, siendo clasificada como "muy sensible". Finalmente, la formulación al 50% de yodoformo obtuvo los mayores halos de inhibición, clasificándose como "sumamente sensible" según la escala de Duraffourd, confirmando una relación favorable.

El mecanismo de acción de la CTZ consiste en la difusión de los antibióticos a través de los túbulos dentinarios para eliminar bacterias remanentes en la cámara pulpar, sin la necesidad de instrumentación radicular, lo que la hace especialmente útil en dientes temporales o en situaciones clínicas en las que no se puede realizar una pulpectomía completa.

Estos resultados son consistentes con los hallazgos de Melo Coaguila (31), quien reportó que la adición de yodoformo a pastas endodónticas incrementa significativamente su capacidad antimicrobiana frente a bacterias resistentes como *E. faecalis*. Asimismo, Portes Zeno et al. (32) mencionaron que la combinación de antibióticos locales con vehículos liberadores de yodo potencia el efecto bactericida en tratamientos de conductos radiculares.

En el análisis comparativo, se destaca que la pasta CTZ convencional sin yodoformo tiene un efecto antibacteriano limitado frente a *E. faecalis*, mientras que la adición de yodoformo logra superar la resistencia que caracteriza a este patógeno, reconocido por su capacidad de formar biopelículas densas y sobrevivir en ambientes con pH alcalino (33).

La mayor eficacia observada en la formulación con 50% de yodoformo puede atribuirse a la liberación prolongada de yodo, lo cual permite una acción antimicrobiana sostenida durante las primeras 72 horas. Esta observación coincide con Vargas-Mendoza et al. (34), quienes señalaron que la efectividad antimicrobiana de las pastas endodónticas disminuye con el tiempo debido a la pérdida progresiva de sus principios activos.

A pesar de su efectividad *in vitro*, debe tenerse en cuenta que estos resultados no siempre pueden extrapolarse directamente al entorno clínico, donde intervienen múltiples factores como la complejidad anatómica del sistema de conductos, la presencia de biofilms organizados y las condiciones fisiológicas del huésped.

En conjunto, los datos obtenidos respaldan el uso potencial de la pasta CTZ modificada con Yodoformo como una alternativa efectiva en el control de infecciones endodónticas por *Enterococcus faecalis*, especialmente en el tratamiento de piezas temporales y casos donde se busca una intervención mínimamente invasiva.

Sin embargo, debe considerarse que la alta concentración de yodoformo también podría tener implicaciones en la biocompatibilidad del material, por lo que su aplicación clínica debe evaluarse cuidadosamente para minimizar posibles efectos adversos en tejidos periapicales (35).

Finalmente, aunque los resultados *in vitro* muestran un comportamiento favorable, es necesario realizar estudios clínicos adicionales para confirmar la eficacia y seguridad de la pasta CTZ modificada con yodoformo en condiciones reales de tratamiento endodóntico.

CONCLUSIONES

PRIMERA

La pasta antibiótica CTZ modificada con 12,5% de yodoformo presentó un halo de inhibición promedio de 17,5 mm, clasificándose como **“muy sensible”** frente a *Enterococcus faecalis*, demostrando una acción antimicrobiana moderada. Donde a las 72h se tuvo una mejor efectividad contra la bacteria ya mencionada.

SEGUNDA

La pasta CTZ modificada con 25% de yodoformo mostró un halo de inhibición promedio de 16,83 mm, siendo clasificada como **“muy sensible”**, evidenciando una mejora significativa en la actividad antimicrobiana en comparación con la concentración más baja. Donde a las 24h se tuvo una mejor efectividad contra el *Enterococcus faecalis*.

TERCERA

La formulación de la pasta CTZ con 50% de yodoformo obtuvo un halo de inhibición promedio de 19,83 mm, considerado **“sumamente sensible”** según la escala de Duraffour, confirmando que la mayor concentración de yodoformo proporciona una acción antimicrobiana más potente frente a *Enterococcus faecalis*. Donde a las 72h se tuvo una mejor efectividad contra la bacteria ya mencionada.

Se observó una relación dosis-respuesta directa, donde el aumento progresivo de la concentración de yodoformo en la pasta CTZ incrementó la eficacia antibacteriana de forma proporcional, mejorando el control del *Enterococcus faecalis*.

CUARTA

La pasta antibiótica CTZ modificada con Yodoformo demostró una alta eficacia antimicrobiana frente a *Enterococcus faecalis*, una de las bacterias más resistentes y prevalentes en fracasos de tratamientos endodónticos, siendo una alternativa viable en terapias pulpares no instrumentadas, especialmente en dientes temporales, con el potencial de mejorar la tasa de éxito clínico en casos de necrosis pulpar.

RECOMENDACIONES

Con respecto a los nuevos tesis de la Facultad de Odontología de la UCSM, se recomienda lo siguiente:

1. Evaluar el comportamiento de la pasta CTZ en diferentes tiempos de acción, para establecer con mayor precisión su duración efectiva dentro del conducto radicular y determinar la frecuencia ideal de recambio.
2. Investigar posible toxicidad o reacciones adversas que pueda generar la pasta CTZ modificada, especialmente en pacientes pediátricos, a fin de garantizar su bioseguridad y biocompatibilidad a largo plazo.
3. Realizar estudios clínicos controlados que permitan validar los resultados obtenidos in vitro sobre la eficacia de la pasta CTZ modificada con Yodoformo frente a *Enterococcus faecalis*, considerando la complejidad del entorno bucal.
4. A pesar de los resultados prometedores, se recomienda realizar estudios clínicos adicionales para evaluar la eficacia de la pasta CTZ modificada en condiciones in vitro, considerando factores como la anatomía de los conductos, la presencia de biopelículas y la respuesta inmunológica del paciente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Stuart CH, Schwartz SA, Beeson TJ, Owatz CB. Enterococcus faecalis: its role in root canal treatment failure and current concepts in retreatment. J Endod. 2006;32(2):93–8. doi: 10.1016/j.joen.2005.10.049
2. Ministerio de Salud del Perú. Minsa: 85% de niños menores de 11 años tiene caries dental por inadecuada higiene bucal [Internet]. Gobierno del Perú; 2017 nov 24 [citado 2025 abr 19]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minsa/noticias/13055-minsa-85-de-ninos-menores-de-11-anos-tiene-caries-dental-por-inadecuada-higiene-bucal>
3. Lifeder. Enterococcus faecalis [Internet]. 2022 [citado 2023 mayo 6]. Disponible en: <https://www.lifeder.com/enterococcus-faecalis/>
4. Baumgartner J. Microbiological and molecular analysis of endodontic infections. Endod Topics. 2004; 7:35–51.
5. Siqueira JF, Rocas IN. Exploiting molecular methods to explore endodontic infections: Part 1 – current molecular technologies for microbiological diagnosis. J Endod. 2005; 31:411–23.
6. Ordinola-Zapata R, Bramante CM, de Moraes IG, Bernardineli N, Gasparoto TH, Graeff MSZ, et al. Confocal laser scanning microscopy is appropriate to detect viability of *Enterococcus faecalis* in infected dentin. J Endod. 2008; 34(10):1198–1201. doi: 10.1016/j.joen.2008.07.001
7. Lin L, Langeland K. Light and electron microscopic study of teeth with carious pulp exposures. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1981; 51:292–316.
8. Langeland K. Tissue response to dental caries. Endod Dent Traumatol 1987; 3:149 – 71.
9. Distel JW, Hatton JF, Gillespie MJ. Biofilm formation in medicated root canals. J Endod 2002; 28:689 –93.
10. Weiger R, de Lucena J, Decker HE, Lost C. Vitality estatus of microorganisms in infected human root dentine. Int Endod J 2002; 35:166 –71.

11. Nagayoshi M, Kitamura C, Fukuizumi T, Nishihara T, Terashita M. Antimicrobial effect of ozonated water on bacteria invading dentinal tubules. *J Endod* 2004; 30:778 – 81.
12. George S, Kishen A, Song KP. The role of environmental changes on monospecies biofilm formation on root canal wall by *Enterococcus faecalis*. *J Endod* 2005; 31:867–72.
13. Kishen A, George S, Kumar R. *Enterococcus faecalis*-mediated biomineralized biofilm formation on root canal dentine in vitro. *J Biomed Mater Res A* 2006; 77:406 –15.
14. Fimple JL, Fontana CR, Foschi F, et al. Photodynamic treatment of endodontic polymicrobial infection in vitro. *J Endod* 2008; 34:728 –34
15. Zaura-Arite E, van Marle J, ten Cate JM. Confocal microscopy study of undisturbed and chlorhexidine-treated dental biofilm. *J Dent Res* 2001; 80:1436 – 40.
16. Comité de Medicamentos de la Asociación Española de Pediatría. *Pediamécum*. Cloranfenicol. Edición 2015. ISSN 2531-2464. Disponible en: <https://www.aeped.es/comite-medicamentos/pediamecum/cloranfenicol>.
17. Merck & Co, Inc., **Brian J. Werth**, PharmD, *University of Washington School of Pharmacy*. Cloranfenicol. [Online].; 2023 [cited 2023 mayo 6. Available from: https://www.msdmanuals.com/es/professional/enfermedades-infecciosas/bacterias-y-f%C3%A1rmacos-antibacterianos/cloranfenicol#v1003122_es.
18. Comité de Medicamentos de la Asociación Española de Pediatría. *Pediamécum*. Edición 2015. ISSN 2531-2464. Disponible en: <https://www.aeped.es/comite-medicamentos/pediamecum/tetraciclina>.
19. Merck & Co, Inc., **Brian J. Werth**, PharmD, *University of Washington School of Pharmacy*. Tetraciclina. [Online].; 2023 [cited 2023 mayo 6. Available from: <https://www.msdmanuals.com/es/professional/enfermedades-infecciosas/bacterias-y-f%C3%A1rmacos-antibacterianos/tetraciclinas>.
20. Clínica Dental Acacias. Tetraciclina: uso de antibióticos en las infecciones dentales graves. [Online].; 2020 [cited 2023 mayo 6. Available from:

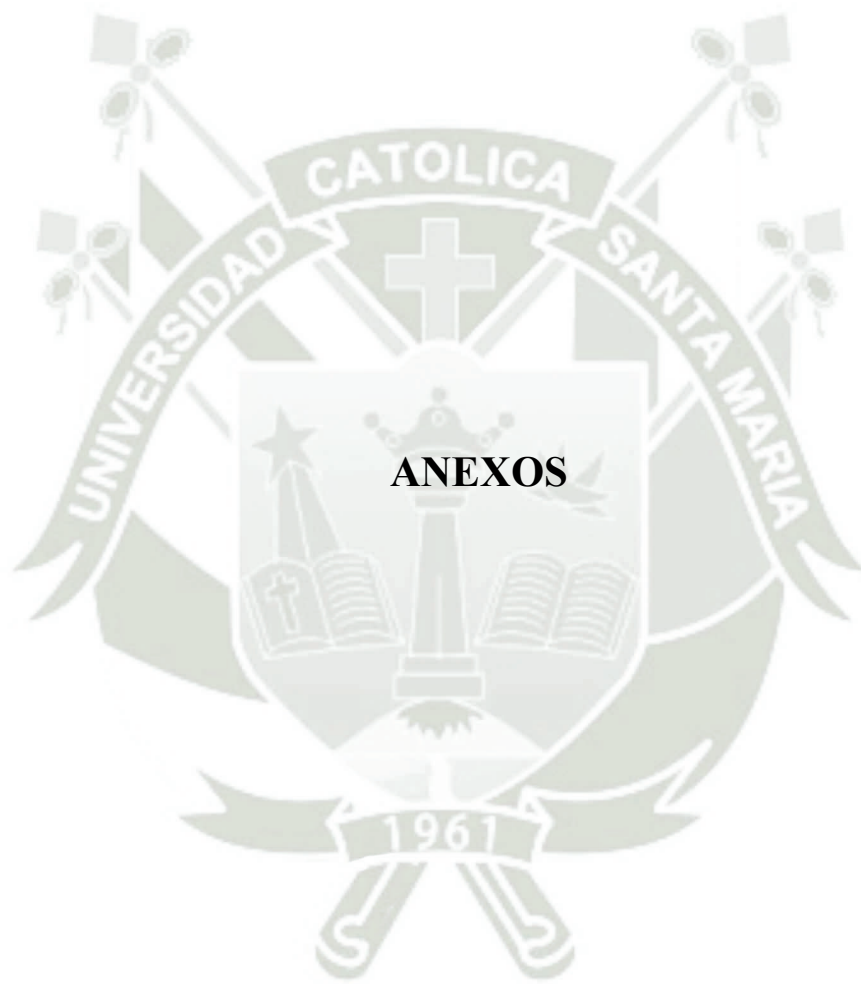
- <https://clinicadentalacacias.com/tetraciclina>.
21. Estética Dental. Tetraciclina dientes. [Online].; 2020 [cited 2023 mayo 6. Available from: <https://silviabarragan.com/tetraciclina/>.
 22. Acofarma. Yodoformo. [Online].; 2022 [cited 2023 marzo 12. Available from: <https://www.sefh.es/fichadjuntos/Yodoformo.pdf>.
 23. Universidad Salesiana. Obtención de Yodoformo. [Online].; 2020 [cited 2023 abril 29. **Available from:** <https://www.monografias.com/docs/OBTENCI%C3%93N-DE-YODOFORMOP3A2DYUPCDGNZ>.
 24. FICHA TÉCNICA FT-PT-ASG-014, Oxido de zinc, Rev. 18 Vigente Desde: Ago-22-23 Página 1 de 1. **Disponible en:** https://www.eufar.com/core/media/media.nl?id=6974&c=1192473&h=b4adf6e4bc9764ae791c&_xt=.pdf
 25. Nolasco Herrera Hilda, Cemento de óxido de zinc-eugenol. (Online); Vol. 9 Núm.99. Octubre 2012. **Disponible en:** <https://www.imbiomed.com.mx/articulo.php?id=88914>
 26. Rios Pietri N, Hoffmann Tufano M, Lanza Plaza M, Curcio M. Tratamiento Endodontico en dientes temporales. Rev. Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría. 2002. **Disponible en:** <https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2002/art-5/>
 27. BOJ *Pulpotomía y pulpectomía*. - Clínica dental de Odontopediatría en Barcelona; Clínica Boj. 2021, junio 2. Disponible en: <https://www.drboj.com/caries-infantiles/pulpotomia-pulpectomia/>
 28. *Pulpotomía y pulpectomía*. Dr. BOJ - Clínica dental de Odontopediatría en Barcelona; Clínica Boj. 2021, junio 2. Disponible en: <https://www.drboj.com/caries-infantiles/pulpotomia-pulpectomia/>
 29. Clínica Ferrus & Bratos. Imagen ilustrativa de una apicectomía y eliminación de quiste periapical [Internet]. [citado 2025 abr 19]. Disponible en: <https://www.clinicaferrusbratos.com/app/uploads/quiste-apicectomia.jpg>
 30. Alcazar J. ¿Qué es y cuándo se debe realizar una apicectomía? [Internet]. Clínica Sant Marc; 2021 [citado 2025 abr 28]. Disponible en: <https://clnicasantmarc.com/que-es-y->

cuando-se-debe-realizar-una-apicectomia/

31. Clínica Sant Marc. Imagen ilustrativa del procedimiento de apicectomía [imagen en Internet]. 2021 [citado 2025 abr 19]. **Disponible en:** <https://clnicasantmarc.com/wp-content/uploads/2021/03/cuanto-se-tarda-apicectomia.jpg>
32. Alvarado Gómez AA. Efecto del hidróxido de calcio y la pasta triantibiótica en el crecimiento de *Enterococcus faecalis* y *Staphylococcus aureus* in vitro [tesis]. Arequipa: Universidad Católica de Santa María; 2022. Disponible en: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/1d19c233-8450-41c4-8dc2-2e92307b2cb6/content>
33. Flores Chávez JT. Eficacia *in vitro* de la pasta CTZ y la pasta 3Mix-MP en el crecimiento de *Enterococcus faecalis* presente en necrosis pulpar de piezas dentales temporales – Arequipa 2014 [tesis]. Arequipa: Universidad Católica de Santa María; 2015. Disponible en: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/3285>
34. Melo Coaguila LA. Eficacia de la pasta antibiótica híbrida (PAH) y de la pasta CTZ sobre el crecimiento de la bacteria *Prevotella intermedia* UCSM Arequipa 2022 [tesis]. Arequipa: Universidad Católica de Santa María; 2022. Disponible en: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/12095>
35. Vargas-Mendoza JA, Mamani-Quispe RA, Mercado-Portal JL, Aguilar-Vilca AJ, Padilla-Cáceres TC. Actividad antimicrobiana in vitro de pastas 3MIX-MP y CTZ contra el *Enterococcus faecalis* ATCC® 29212. *Odontol Sanmarquina*. 2023; 26(1): e23182. Disponible en: <https://doi.org/10.15381/os.v26i1.23182>
36. Gonzáles Mendizabal RG, García Coz MD. Efectividad antibacteriana in vitro de tres pastas medicamentosas frente al *Enterococcus faecalis*. *Hospital Militar Central, Lima* 2018 [tesis en Internet]. Huánuco: Universidad Nacional Hermilio Valdizán; 2018. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.13080/1395>
37. Portes Zeno AP, Marañón-Vásquez GA, Guimarães Primo L, Vaz Braga Pintor A, de Castro Costa M. Pasta CTZ para abordaje endodóntico de dientes primarios: una revisión narrativa de la literatura. *Rev. Odontopediatra Latinoam*. 2022; 12(1): e321218. Disponible en:

<https://doi.org/10.47990/alop.v12i1.218pt.scribd.com+6researchgate.net+6revistaodontopediatria.org+6>

38. Galiana MB, Karaben V, Ortega SM, Britos MR, Lozina LA, Galiana AV, Montiel NB, Lugo de Langhe CD, Gualdoni GM. Efecto antibacteriano de pastas alcalinas adicionadas con Aloe vera frente al *Enterococcus faecalis*. Rev Canal Abierto. 2019; (39):10–15. Disponible en: <https://www.canalabierto.cl/numero-39/efecto-antibacteriano-de-pastas-alcalinas-adicionadas-con-aloe-vera-frente-al-enterococcus-faecalis>
39. Rivera-Albarrán CA, Morales-Dorantes V, Ayala-Herrera JL, Castillo-Aguillón M, Soto-Barreras U, Cabeza-Cabrera CV, Domínguez-Pérez RA. La resistencia a los antibióticos disminuye la eficacia de las pastas de relleno endodónticas para el tratamiento de conductos en dientes infantiles. Children (Basel). 2021; 8(8):692. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/children8080692>.



ANEXO 1

SOLICITUD PARA EL USO DEL LABORATORIO DE
QUÍMICA Y PROTEÍNAS DE LA UCSM

Solicito: Autorización del coordinador principal del Laboratorio de Química y Proteínas de la UCSM.

Señor:

Dr. Luis Ponce Soto

Coordinador principal del Laboratorio de Química y Proteínas

Lourdes Thamara Barrena Soberon, identificada con DNI 76412256 y el código de alumno 2020226562, bachiller de Odontología.

Ante usted me presento y expongo que, me encuentro en proceso de realización de mi tesis: Eficacia de la pasta antibiótica CTZ (Cloranfenicol, Tetraciclina y Óxido de Zinc) y CTZ Modificada con Yodoformo sobre el crecimiento del *Enterococcus faecalis*, Arequipa 2025.

Asesorado por el Dr. Obando Pereda, Gustavo Alberto

Por lo que solicito a usted la autorización para la obtención y proceso de mis muestras para desarrollar mi proyecto, para optar por el título de Cirujano Dentista en la UCSM.

Por lo expuesto, espero acceda a mi solicitud

Arequipa, 27 de febrero del 2025



Barrena Soberon, Lourdes Thamara

DNI 76412256

**ANEXO 2 REPUESTA PARA EL USO DEL LABORATORIO DE
QUÍMICA Y PROTEÍNAS DE LA UCSM**

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIZACIÓN

El que suscribe *Profesor Luis Alberto Ponce Soto PhD.* con DNI N°76476336, Docente Investigador y Coordinador del laboratorio de Química de Proteínas del Vicerrectorado de Investigación F-401, de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa.

DECLARO:

Que el trabajo de Investigación denominado: “**Eficacia de la pasta antibiótica CTZ (Cloranfenicol, Tetraciclina y Óxido de Zinc) y CTZ Modificada con Yodoformo sobre el crecimiento del *Enterococcus faecalis*, Arequipa 2025.**”, se realizará por la Alumna: *Lourdes Thamara Barrena Soberon* y docente *Dr. Gustavo Alberto Obando Pereda* en las instalaciones del laboratorio de Química de Proteínas, bajo mi supervisión.

Se expide la presente a solicitud de los interesados para los fines debidos.

Arequipa, 10 de marzo del 2025.

Atentamente,



*Profesor Luis Alberto Ponce Soto
Coordinador del Laboratorio de Química de proteínas
Vicerrectorado de Investigación
Universidad Católica de Santa María*

*ORCID: 0000-0001-5976-2913
<https://orcid.org/0000-0001-5976-2913>
Other IDs
Scopus Author ID: 8987609300
ResearcherID: B-1328-2017.*

*vrinvestigacion@ucsm.edu.pe
Teléfono: 382038. Anexo 1111
Universidad Católica de Santa María de Arequipa – Perú*

ANEXO 3
FICHA DE REGISTRO

Ficha N°.....

Enunciado: EFICACIA DE LA PASTA ANTIBIÓTICA CTZ (CLORANFENICOL, TETRACICLINA Y ÓXIDO DE ZINC) Y CTZ MODIFICADA CON YODOFORMO SOBRE EL *ENTEROCOCCUS FAECALIS*, AREQUIPA 2025.

Placas de pasta CTZ sin modificación				
N°	TIEMPO	Mm HALO DE INHIBICION	SEGÚN ESCALA DE DURANFORD	OBSERVACIÓN
1	24 h			
2	48h			
3	72h			

Placas de pasta CTZ con Yodoformo 12.5%				
N°	TIEMPO	Mm HALO DE INHIBICION	SEGÚN ESCALA DE DURANFORD	OBSERVACIÓN
1	24 h			
2	48h			
3	72h			

Placas de pasta CTZ con Yodoformo 25%				
N°	TIEMPO	Mm HALO DE INHIBICION	SEGÚN ESCALA DE DURANFORD	OBSERVACIÓN
1	24 h			
2	48h			
3	72h			

Placas de pasta CTZ con Yodoformo 50%				
N°	TIEMPO	Mm HALO DE INHIBICION	SEGÚN ESCALA DE DURANFORD	OBSERVACIÓN
1	24 h			
2	48h			
3	72h			

ANEXO 4
MATRIZ DE DATOS
FICHA DE REGISTRO

Ficha N°.....

Enunciado: EFICÁCIA DE LA PASTA ANTIBIÓTICA CTZ (CLORANFENICOL, TETRACICLINA Y ÓXIDO DE ZINC) Y CTZ MODIFICADA CON YODOFORMO SOBRE EL CRECIMIENTO DEL *ENTEROCOCCUS FAECALIS*, AREQUIPA 2025.

Placas de pasta CTZ sin modificación				
N°	TIEMPO	Mm HALO DE INHIBICIÓN	SEGÚN ESCALA DE DURANFORD	OBSERVACIÓN
1	24 h	20mm	Sumamente sensible	
2	48h	15mm	Muy sensible	
3	72h	17mm	Muy sensible	

Placas de pasta CTZ con Yodoformo 12.5%				
N°	TIEMPO	Mm HALO DE INHIBICION	SEGÚN ESCALA DE DURANFORD	OBSERVACIÓN
1	24 h	18mm	Muy sensible	
2	48h	25mm	Sumamente sensible	
3	72h	21mm	Sumamente sensible	

Placas de pasta CTZ con Yodoformo 25%

N°	TIEMPO	Mm HALO DE INHIBICION	SEGÚN ESCALA DE DURANFORD	OBSERVACIÓN
1	24h	22mm	Sumamente sensible	
2	48h	20mm	Sumamente sensible	
3	72h	18mm	Muy sensible	

Placas de pasta CTZ con Yodoformo 50%				
N°	TIEMPO	Mm HALO DE INHIBICION	SEGÚN ESCALA DE DURANFORD	OBSERVACIÓN
1	24h	20mm	Sumamente sensible	
2	48h	19mm	Muy sensible	
3	72h	23mm	Sumamente sensible	

Placas de Control con Amoxicilina 500mg +Acido clavulánico 125mg

N°	TIEMPO	Mm HALO DE INHIBICION	SEGÚN ESCALA DE DURANFORD	OBSERVACIÓN
1	24h	22mm	Sumamente sensible	
2	48h	18mm	Muy sensible	
3	72h	15mm	Muy sensible	

ANEXO 5
EVIDENCIAS FOTOGRAFICAS

Figura 8
Elaboración de las pastas CTZ y CTZ modificada



Figura 9
Elaboración de Agar



Figura 10
Autoclavado de agar y material

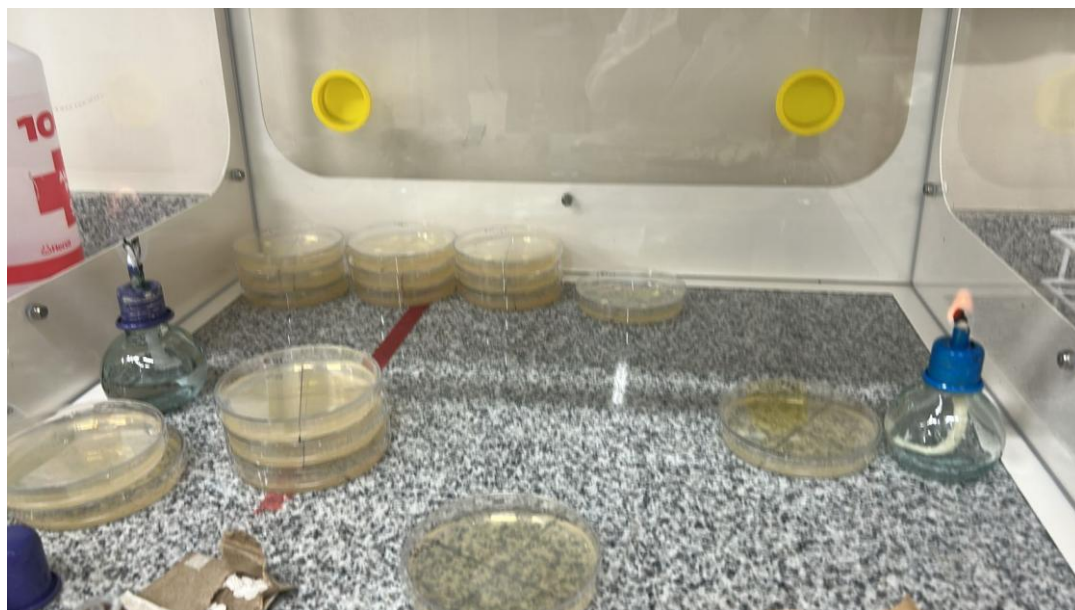


Figura 11
Colocación del agar en las placas Petri



Figura 12

**Colocación de papel filtro con CTZ sin modificación, CTZ con Yodoformo
y control de amoxicilina**



ANEXO 6
PLACAS CTZ SIN MODIFICACIÓN

Figura 13

Placa 24h

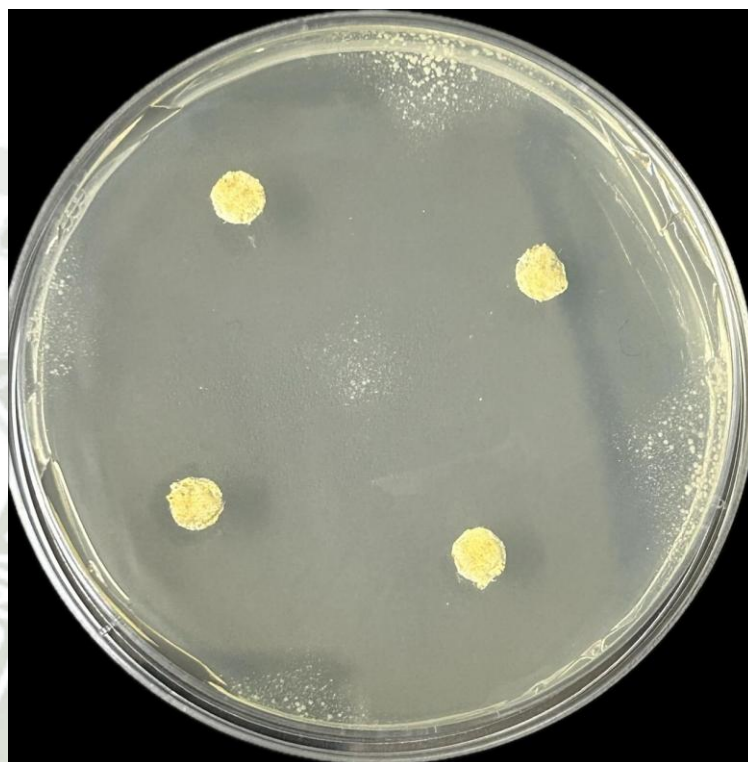


Figura 14

Placa 48h

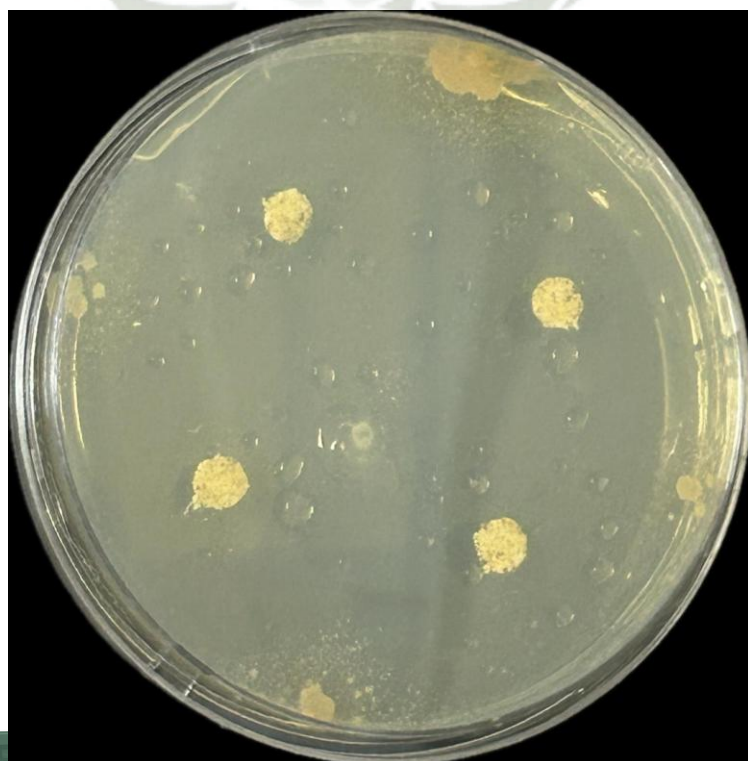
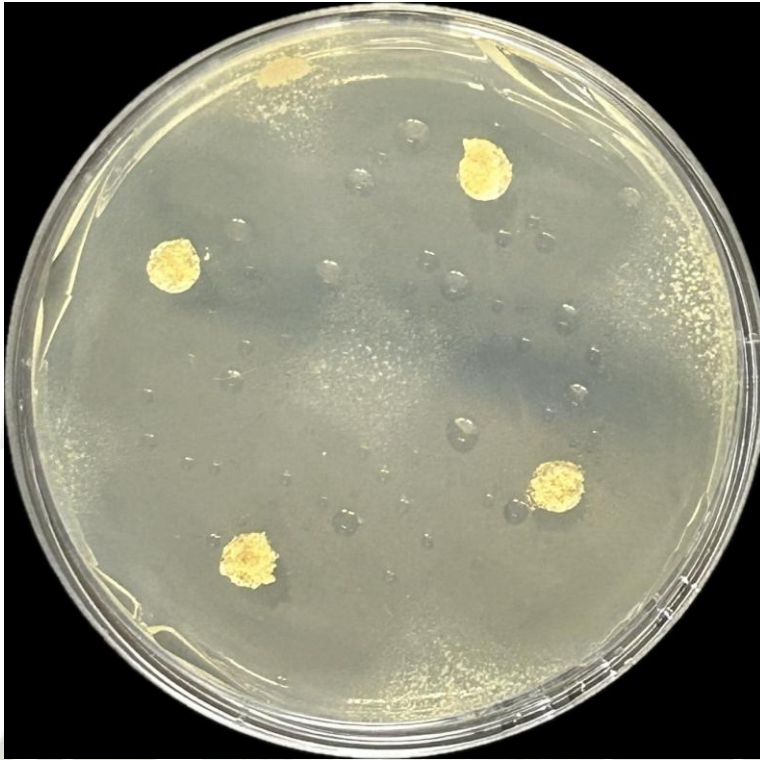


Figura 15

Placa 72h



ANEXO 7

PLACAS DE LA PASTA CTZ MODIFICADA CON YODOFORMO 12.5%

Figura 16

Placa 24h

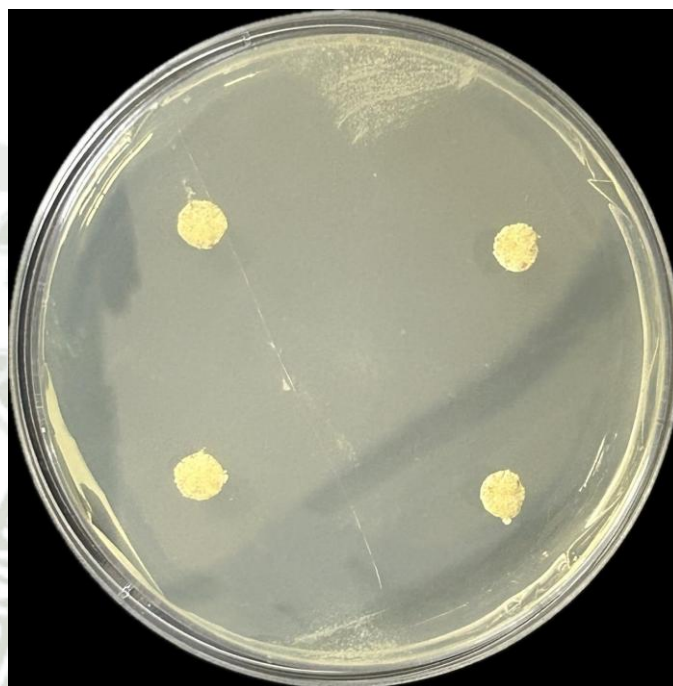


Figura 17

Placa 48h



Figura 19

Placa 72h



ANEXO 8

PLACAS DE LA PASTA CTZ MODIFICADA CON YODOFORMO 25%

Figura 20

Placa 24h

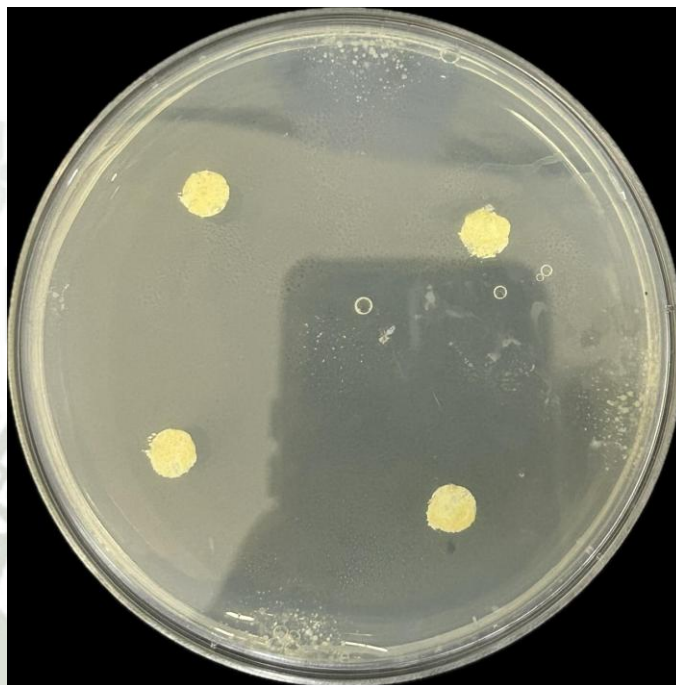


Figura 21

Placa 48h

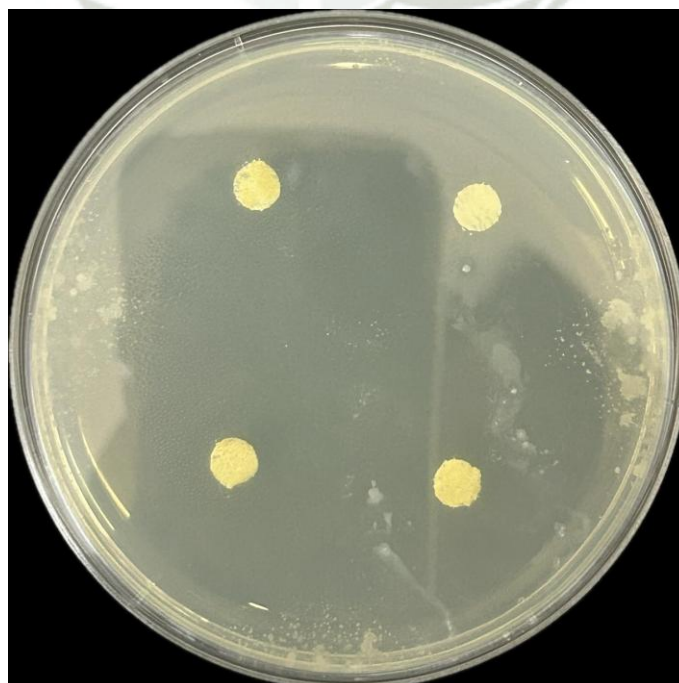
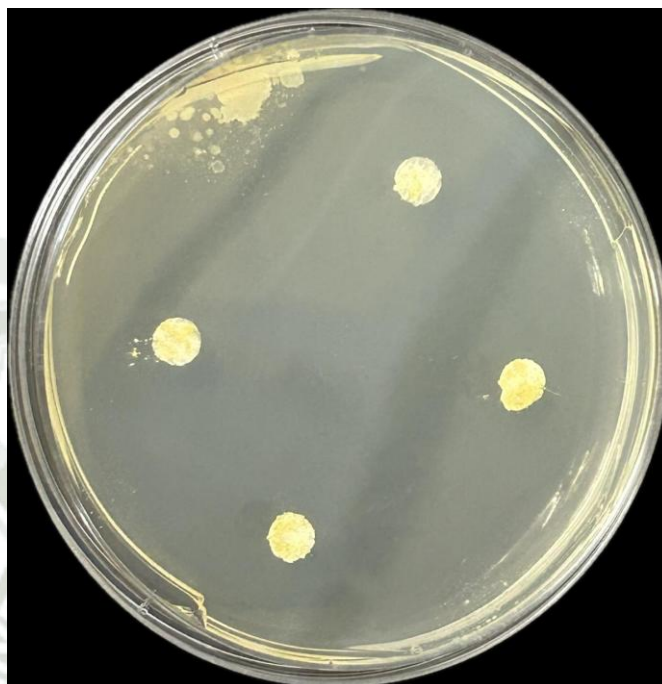


Figura 22

Placa 72h



ANEXO 8

PLACAS DE LA PASTA CTZ MODIFICADA CON YODOFORMO 50%

Figura 23

Placa 24h

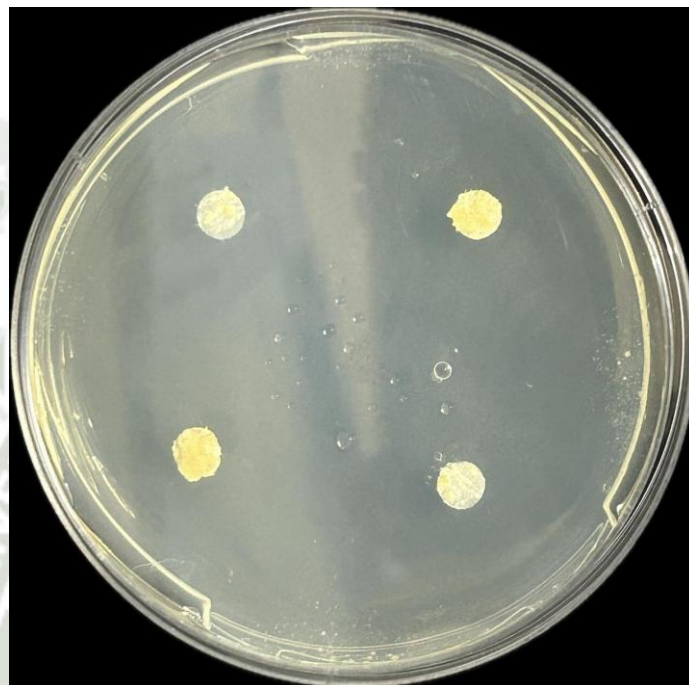


Figura 24

Placa 48h

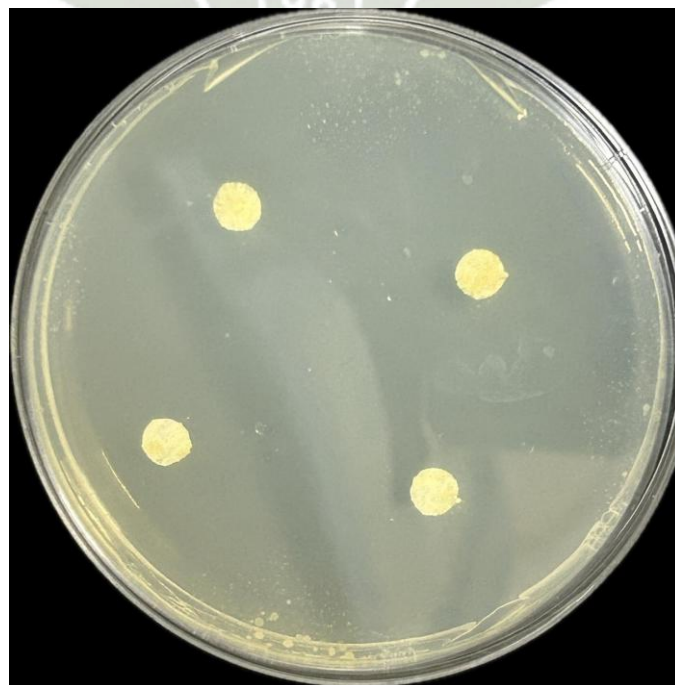


Figura 25

Placa 72h

