



Universidad  
**Norbert Wiener**

Powered by **Arizona State University**

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

**TESIS**

“Efecto antibacteriano de los compuestos irrigantes empleando hipoclorito de sodio al 5.25 %, ácido cítrico 40% y gluconato de clorhexidina 2 % frente a cepa de *Enterococcus faecalis* - *in vitro* - Lima, 2023”.

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

**Presentado por**

**Autora:** Pomacaja Ponce, Yuri Evelin

**Asesora:** Mg. Esp. C.D. Huamani Caquiamarca, Yuliana Esther

**Código ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-0155-5417>

**Línea de Investigación General**


Salud, Enfermedad y Ambiente

**Línea de Investigación Específica**

Microbiología

**Lima, Perú**

**2023**

 Universidad Norbert Wiener	DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA Y DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	
	CÓDIGO: UPNW-GRA-FOR-033	VERSIÓN: 01 REVISIÓN: 01

Yo, Yuri Evelin Pomacaja Ponce egresada de la Facultad de Ciencias de la Salud y Escuela Académico Profesional de Odontología de la Universidad privada Norbert Wiener declaro que el trabajo académico **"EFECTO ANTIBACTERIANO DE LOS COMPUESTOS IRRITANTES EMPLEANDO HIPOCLORITO DE SODIO AL 5.25 %, ACIDO CITRICO 40 % Y GLUCONATO DE CLOHEXIDINA 2 % FRENTE A CEPAS DE ENTEROCOCUS FECALIS - IN VITRO EN LIMA, 2023"** Asesorada por la docente Mg. CD. Yuliana Esther Huamani Caquiamarca, con N.º DNI 41236087 y código ORCID 0000-0002-0155-5417, tiene un índice de similitud de 11 (once) % con código **ID: oid: 14912257077027** verificable en el reporte de originalidad del software Turnitin.

Así mismo:

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



Firma de autor  
 Nombres y apellidos del egresado  
 Yuri Evelin Pomacaja Ponce  
 DNI: 42852206



Firma  
 Nombres y apellidos del Asesor  
 Mg. CD. Yuliana Esther Huamani Caquiamarca  
 DNI: 41236087

**MIEMBROS DEL JURADO**

**Presidente:** Dr. Guillen Galarza, Carlos Enrique.

**Secretaria:** Dra. Soto Vargas, Karina Janeth.

**Vocal:** Dra. Muñoz Reyes, Miriam.

### **Dedicatoria**

A mi familia, por la paciencia y apoyo durante todo este tiempo para poder llegar a este momento.

A mi madre, por ser mi ejemplo de esfuerzo, perseverancia y apoyo incondicional.

### **Agradecimiento**

A Dios por permitir culminar mi carrera.

A mi asesora de tesis la Mg. Esp. C.D. Yuliana Esther, Huamani Caquiamarca por su tiempo, comprensión y a todos mis docentes que me enseñaron para la vida profesional.

## Índice general

Dedicatoria .....	iii
Agradecimiento .....	iv
Índice general .....	v
Índice de tablas .....	viii
Índice de gráficos .....	ix
Resumen .....	x
Abstract .....	xi
Introducción .....	xii
<b>CAPÍTULO I: EL PROBLEMA .....</b>	<b>1</b>
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Formulación del problema.....	3
1.2.1 Problema general.....	3
1.2.2 Problema específicos .....	3
1.3 Objetivos de la investigación.....	4
1.3.1 Objetivo general.....	4
1.3.2 Objetivos específicos .....	4
1.4 Justificación de la investigación.....	4
1.4.1 Teórica.....	4
1.4.2 Metodológica .....	5
1.4.3 Práctica .....	5
1.5 Limitaciones de la investigación.....	6
1.5.1 Temporal .....	6
1.5.2 Espacial .....	6
1.5.3 Recursos .....	7
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>8</b>
2.1 Antecedentes de la investigación .....	8
2.1.1 Antecedentes nacionales .....	8
2.2 Bases teóricas .....	14
2.2.1 Clasificación de los compuestos halogenados .....	14
2.2.2 Compuestos irrigantes .....	17
2.2.2.1. Compuestos irrigantes empleando hipoclorito de sodio al 5.25% .....	19
2.2.2.2. Compuestos irrigantes empleando ácido cítrico al 40% .....	20

2.2.2.3. Compuestos irrigantes empleando gluconato de clorhexidina 2% .....	21
2.2.3 Efecto antibacteriano frente a cepa de <i>Enterococcus faecalis</i> .....	22
2.2.3.1. Halo de inhibición .....	23
2.2.3.2. Tiempo.....	24
2.2.4 <i>Enterococcus faecalis</i> .....	25
2.3. Formulación de hipótesis.....	26
2.3.1. Hipótesis general.....	26
2.3.2. Hipótesis específicas.....	26
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA .....</b>	<b>28</b>
3.1. Método de la investigación .....	28
3.2. Enfoque de la investigación .....	28
3.3. Tipo de investigación .....	28
3.4. Diseño de la investigación.....	29
3.5. Población, muestra y muestreo .....	30
3.5.1 Población .....	30
3.5.2 Muestra .....	31
3.5.3 Muestreo .....	31
3.6. Variables y operacionalización .....	33
3.6.1 Definición operacional.....	34
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	34
3.7.1. Técnica .....	34
3.7.2. Descripción de instrumentos .....	38
3.7.3. Validación.....	38
3.7.4. Confiabilidad .....	39
3.8. Plan de procesamiento y análisis de datos .....	39
3.9. Aspectos éticos .....	40
<b>CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....</b>	<b>41</b>
4.1. Resultados .....	41
4.1.1. Análisis descriptivo de los resultados.....	41
4.1.2 Estadística inferencial.....	49
4.2. Discusión de resultados .....	52
<b>CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>57</b>
5.1. Conclusiones .....	57
5.2. Recomendaciones .....	58

<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>61</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>69</b>
Anexo 1: Matriz de consistencia.....	70
Anexo 2: Instrumento de recolección de datos .....	72
Anexo 3: Validez del Instrumento .....	73
Anexo 4: Constancia de exoneración de revisión.....	75
Anexo 5: Constancia de recolección de datos.....	79
Anexo 6: Certificado de <i>Enterococcus faecalis</i> .....	80
Anexo 7: Informe de ensayo microbiológico.....	81
Anexo 8: Constancia de eliminación de residuos biológicos.....	82
Anexo 9: Informe de Turnitin .....	83
Anexo 10: Informe del asesor .....	84
Anexo 11: Colección de Fotografías .....	85



## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Efectividad antibacteriana de las pastas de prueba (n=20) frente a <i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212 a las 24 horas.....	41
<b>Tabla 2.</b> Efectividad antibacteriana de las pastas de prueba (n=20) frente a <i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212 a las 48 horas.....	42
<b>Tabla 3.</b> Efectividad antibacteriana de las pastas de prueba (n=20) frente a <i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212 a las 72 horas.....	43
<b>Tabla 4.</b> Resultados de las Sustancias de prueba de acuerdo a la Escala de Duraffourd respecto a la medición de los halos de inhibición a las 24 horas en agar Mueller Hinton (n=20) .....	44
<b>Tabla 5.</b> Resultados de las Sustancias de prueba de acuerdo a la Escala de Duraffourd respecto a la medición de los halos de inhibición a las 48 horas en agar Mueller Hinton (n=20) .....	45
<b>Tabla 6.</b> Resultados de las Sustancias de prueba de acuerdo a la Escala de Duraffourd respecto a la medición de los halos de inhibición a las 72 horas en agar Mueller Hinton (n=20) .....	46
<b>Tabla 7.</b> Análisis de Normalidad por Shapiro Wilk (n=20) de las pastas de prueba frente <i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212 a las 24, 48 y 72 horas .....	47
<b>Tabla 8.</b> Media y desviación estándar (n=20) de los halos de inhibición (mm) de pastas de prueba en estudio frente a <i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212 .....	48
<b>Tabla 9.</b> Diferencias entre resultados de las Sustancias de prueba según Escala de Duraffourd.....	49

## Índice de gráficos

<b>Gráfico 1.</b> Efectividad antibacteriana de las pastas de prueba (n=20) frente a <i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212 a las 24 horas .....	41
<b>Gráfico 2.</b> Efectividad antibacteriana de las pastas de prueba (n=20) frente a <i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212 a las 48 horas .....	42
<b>Gráfico 3.</b> Efectividad antibacteriana de las pastas de prueba (n=20) frente a <i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212 a las 72 horas .....	43
<b>Gráfico 4.</b> Resultados de las Sustancias de prueba de acuerdo a la Escala de Duraffourd respecto a la medición de los halos de inhibición a las 24 horas en agar Mueller Hinton (n=20).....	44
<b>Gráfico 5.</b> Resultados de las Sustancias de prueba de acuerdo a la Escala de Duraffourd respecto a la medición de los halos de inhibición a las 48 horas en agar Mueller Hinton (n=20).....	45
<b>Gráfico 6.</b> Resultados de las Sustancias de prueba de acuerdo a la Escala de Duraffourd respecto a la medición de los halos de inhibición a las 72 horas en agar Mueller Hinton (n=20).....	46

## Resumen

El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto antibacteriano de compuestos irrigantes frente a la cepa de *Enterococcus faecalis*. La metodología empleada fue de tipo aplicada, con un diseño experimental analítico. Se utilizó una muestra de 80 placas inoculadas con la cepa de *E. faecalis*, las cuales fueron tratadas con cada uno de los compuestos irrigantes. Se evaluó el diámetro de los halos de inhibición en tres tiempos diferentes: a las 24, 48 y 72 horas, utilizando la Escala de Duraffourd como criterio de clasificación. Los resultados obtenidos revelaron que los compuestos irrigantes a base de hipoclorito de sodio al 5,25% mostraron un promedio de diámetro de halos de inhibición de  $11,44 \pm 2,05$  mm, clasificándose como "sensible". Los compuestos a base de ácido cítrico al 40% exhibieron un promedio de diámetro de halos de inhibición de  $24,41 \pm 2,18$  mm, clasificándose como "sumamente sensible". Asimismo, los compuestos a base de digluconato de clorhexidina 2% presentaron un promedio de diámetro de halos de inhibición de  $19,39 \pm 1,18$  mm, clasificándose como "muy sensible". En conclusión, los compuestos irrigantes evaluados demostraron un efecto antibacteriano frente a la cepa de *E. faecalis*.

**Palabras clave:** Compuestos irrigantes, *Enterococcus faecalis*, efecto antibacteriano, Escala de Duraffourd.

## Abstract

The aim of this study was to determine the antibacterial effect of irrigating compounds against *Enterococcus faecalis* strain. The methodology used was of applied type, with an analytical experimental design. A sample of 80 plates inoculated with *E. faecalis* strain was used, which were treated with each of the irrigating compounds. The diameter of the inhibition halos was evaluated at three different time points: 24, 48, and 72 hours, using the Duraffourd Scale as the classification criterion. The results obtained revealed that irrigating compounds based on 5.25% sodium hypochlorite showed an average inhibition halo diameter of  $11.44 \pm 2.05$  mm, classifying as "sensitive." Compounds based on 40% citric acid exhibited an average inhibition halo diameter of  $24.41 \pm 2.18$  mm, classifying as "highly sensitive." Likewise, compounds based on 2% chlorhexidine digluconate presented an average inhibition halo diameter of  $19.39 \pm 1.18$  mm, classifying as "very sensitive." In conclusion, the evaluated irrigating compounds demonstrated an antibacterial effect against *E. faecalis* strain.

**Keywords:** Irrigating compounds, *Enterococcus faecalis*, antibacterial effect, Duraffourd Scale.

## Introducción

Las infecciones endodónticas representan uno de los desafíos más comunes y complejos en la práctica odontológica. Entre los microorganismos implicados en estas infecciones, la cepa de *Enterococcus faecalis* ha sido identificada como uno de los principales patógenos asociados con el fracaso de tratamientos requeridos en la endodoncia y la persistencia de la enfermedad periapical. La capacidad de *E. faecalis* para formar biofilms y sobrevivir en condiciones adversas del sistema de conductos radiculares, hace que su erradicación sea un objetivo crítico para el éxito del tratamiento endodóntico.

En este contexto, los compuestos irrigantes desempeñan un papel transcendental en el manejo de las infecciones endodónticas, ya que son utilizados para eliminar los microorganismos existentes en el sistema de conductos radiculares y prevenir la proliferación de los mismos. Diversos compuestos irrigantes, tales como el hipoclorito de sodio, el ácido cítrico y el digluconato de clorhexidina, han sido ampliamente utilizados debido a sus propiedades antimicrobianas.

Por lo tanto, el presente estudio se planteó con la finalidad de determinar el efecto antibacteriano de los compuestos irrigantes frente a la cepa de *Enterococcus faecalis*. Para ello, se expone el desarrollo del presente informe de tesis, el cual consta de cinco secciones principales. En el primer segmento, se abarca la realidad problemática vinculada a las variables que se investigaron, examinando los contextos a nivel global, nacional y regional. Además, se proporciona una justificación para el estudio y se explica sus limitaciones. En el segundo capítulo, se concentra en el marco teórico que respalda las variables de estudio. La tercera sección detalla la metodología empleada, incluyendo la justificación del enfoque, tipo y diseño del estudio, así como las características de los métodos y herramientas para recopilar datos. El cuarto capítulo presenta resultados descriptivos,

análisis lógico de las hipótesis y un análisis detallado de los hallazgos. Posteriormente, se exponen conclusiones y recomendaciones derivadas del estudio. Finalmente, se incorporan las referencias bibliográficas y apéndices que respaldan el proceso empírico de recopilación de datos.

## CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

### 1.1 Planteamiento del problema

En la actualidad, se considera que la infección pulpar juega un papel crítico en el desarrollo de lesiones perirradiculares; por lo tanto, el tratamiento endodóntico debe estar dirigido a eliminar las bacterias, sus productos y sustratos de los sistemas de conductos radiculares. Además, se ha demostrado que la erradicación de la infección endodóntica mejora la tasa de éxito de la terapia endodóntica (1).

Por otra parte, el acceso al entorno radicular es morfológicamente difícil para los antimicrobianos y los instrumentos dentales, y la presencia de biopelícula en los conductos laterales puede provocar el fracaso del tratamiento del conducto radicular y la infección radicular secundaria; por lo tanto, la eliminación efectiva de las biopelículas microbianas es el principal objetivo del tratamiento de conductos (2).

En este sentido, la erradicación bacteriana completa del sistema de conductos radiculares infectado y la prevención de la recontaminación después del tratamiento impone un gran desafío, puesto que, se informa que alrededor del 35% del espacio del conducto radicular permanece intacto mediante la desinfección químico-mecánica (3). Además, la contaminación microbiana presente en el sistema en mención, puede sumergirse en el interior de los canales microscópicos dentinarios, como también en conductos accesorios, las anastomosis y la parte apical del conducto, haciendo que la descontaminación sea insuficiente, por ende, los microorganismos puedan presentarse en el sistema, incluso posterior al procedimiento clásico tomando como base instrumentos convencionales (4).

Dicho esto, la bacteria *E. faecalis* es considerado un microorganismo aislado del entorno radicular que presentan enfermedad después del tratamiento; en consecuencia, se ha demostrado que este microorganismo se encuentra en el 52,94% de los conductos con crecimiento bacteriano (5). Los estudios han demostrado que *E. faecalis* contribuye al fracaso de la terapia endodóntica. Por lo que la supresión y el control de *E. faecalis* en los procedimientos dentales son fundamentales para limitar la invasión de microorganismos en el interior de los canales dentinarios y lograr erradicar el vínculo con otras bacterias, como en los biofilms, el medio ambiente y los factores de virulencia (6).

Asimismo, *Enterococcus faecalis* juega un papel importante en las infecciones resistentes de los dientes obturados, lo que está asociado con la formación de biopelículas (7). Por su parte, el desarrollo de comunidades de microorganismos organizados en los canales dentinarios y de los conductos laterales, se considera la patogenia principal de *E. faecalis* en la causa de infecciones radiculares. Además, la resistencia del biofilm a los agentes antimicrobianos es 1000 veces mayor que la de las bacterias de vida libre (8).

Diversos casos reportados han permitido evidenciar dolor e infección después del procedimiento endodóntico, identificando a *E. faecalis*, como la bacteria causante más frecuente, presentando alto grado de prevalencia (90%). Tras el análisis de casos con infección por *E. faecalis*, se logra más nivel de asociación con episodios asintomáticos en comparación con los sintomáticos (3). Además, *E. faecalis* frecuentemente se asocia a conductos radiculares infectados. A menudo se encuentra en tratamientos de endodoncia fallidos con su capacidad para sobrevivir en un entorno dental libre de nutrientes y altamente alcalino después del tratamiento con medicación intracanal, así como su capacidad para establecer una biopelícula estable (9).



No obstante, se ha evidenciado que la reducción del recuento bacteriano en los conductos radiculares infectados se logra mediante una combinación de instrumentación mecánica, varias soluciones de irrigación y medicamentos o apósitos antibacterianos colocados en el conducto. La instrumentación mecánica es a menudo el primer medio de reducción de bacterias durante el tratamiento endodóntico de conductos radiculares infectados; adicionalmente, el tratamiento con soluciones irrigantes es también uno de los más aplicados (10).

Es por eso por lo que, en vista de la problemática expuesta, el presente proyecto de investigación busca estudiar la acción antibacteriana de diversos compuestos irrigantes frente a *Enterococcus faecalis*.

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema general**

¿Cuál es el efecto antibacteriano de los compuestos irrigantes frente a cepa de *Enterococcus faecalis*?

### **1.2.2 Problema específicos**

- ¿Cuál es el efecto antibacteriano de los compuestos irrigantes empleando hipoclorito de sodio al 5?25% frente a cepa de *Enterococcus faecalis*?
- ¿Cuál es el efecto antibacteriano de los compuestos irrigantes empleando ácido cítrico al 40% frente a cepa de *Enterococcus faecalis*?
- ¿Cuál es el efecto antibacteriano de los compuestos irrigantes empleando gluconato de clorhexidina 2% frente a cepa de *Enterococcus faecalis*?

### **1.3 Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Determinar el efecto antibacteriano de los compuestos irrigantes frente a cepa de *Enterococcus faecalis*.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Determinar el efecto antibacteriano de los compuestos irrigantes empleando hipoclorito de sodio al 5.25% frente a cepa de *Enterococcus faecalis*.
- Determinar el efecto antibacteriano de los compuestos irrigantes empleando ácido cítrico al 40% frente a cepa de *Enterococcus faecalis*.
- Determinar el efecto antibacteriano de los compuestos irrigantes empleando gluconato de clorhexidina 2% frente a cepa de *Enterococcus faecalis*

### **1.4 Justificación de la investigación**

#### **1.4.1 Teórica**

Resulta fundamental desde una perspectiva teórica porque genera nuevos conocimientos y aumentar la información disponible sobre el tema. La resistencia antibiótica se considera una problemática de salud pública a nivel internacional, ante ello, se puede establecer que las infecciones endodónticas asociadas con *Enterococcus faecalis* presentan un alto grado de complejidad al intentar combatirlas. Por lo tanto, es esencial investigar nuevas alternativas terapéuticas para combatir esta bacteria.

Al determinar la capacidad antibacteriana que poseen los compuestos irrigantes frente a *E. faecalis*, podrían identificarse nuevas opciones de tratamiento para las infecciones endodónticas y, posiblemente, reducir el uso de antibióticos tradicionales. Además, esta investigación permitirá lograr un mayor entendimiento de la capacidad que posee los compuestos irrigantes a estudiar y cómo interactúan con las bacterias, lo que puede ser útil para desarrollar nuevos tratamientos y estrategias para combatir las infecciones endodónticas.

#### **1.4.2 Metodológica**

A nivel metodológico, el estudio proporciona nueva información experimental *in vitro* acerca del efecto de compuestos irrigantes en base a diferentes compuestos, sobre el crecimiento de patógenos orales en el conducto radicular. En este sentido, se ha basado en investigaciones previas similares para establecer la metodología y recolectar los datos requeridos para la ejecución de este estudio. Por otra parte, este trabajo servirá como inspiración para estudios a realizarse en la posteridad en el ámbito Odontológico, además, como fuente de datos para comparar los resultados obtenidos en estudios similares.

#### **1.4.3 Práctica**

La resistencia a la antibioticoterapia se ha constituido como un obstáculo para la salubridad comunitaria en muchos países. En este sentido, buscar alternativas terapéuticas es esencial. Los compuestos irrigantes pueden representar una alternativa efectiva y menos invasiva que el uso de fármacos antibióticos tradicionales para tratar infecciones endodónticas. Ante lo mencionado, investigar su efecto antibacteriano

contra *Enterococcus faecalis* puede ser de gran utilidad en la lucha contra la resistencia bacteriana.

Asimismo, *E. faecalis* es una bacteria comúnmente asociada con infecciones endodónticas, las cuales pueden ser muy difíciles de tratar debido su facilidad de crear biopelículas y sobrevivir en ambientes hostiles. Por lo tanto, determinar qué compuestos irrigantes son efectivos contra esta bacteria puede tener un gran impacto en la práctica clínica y en la salud bucal de los pacientes.

## **1.5 Limitaciones de la investigación**

### **1.5.1 Temporal**

La realización del estudio experimental pudo haber enfrentado limitaciones temporales debido a la existencia de un breve plazo para su ejecución o a la disponibilidad limitada de peritos para validar y llevar a cabo el proyecto. Por lo tanto, se tomaron en cuenta los periodos de desarrollo establecidos por la institución académica, ya que cualquier problema imprevisto podría haber afectado la capacidad de cumplir con las fechas programadas.

### **1.5.2 Espacial**

Realizar un estudio *in vitro* pudo presentar limitaciones en términos de espacio, ya que se necesitó un laboratorio especializado y equipado para llevar a cabo los procedimientos experimentales. Por lo tanto, se buscaron instalaciones adecuadas que cumplan con los requerimientos planteados con los objetivos del estudio, y que permitan contar con los materiales para llevar a cabo la investigación. En este caso, se ejecutó el

estudio en los laboratorios de Scientific Quality SAC, que se ubica en Villa el Salvador, Lima, Perú.

### **1.5.3 Recursos**

Esta investigación ha contado con recursos humanos a cargo de brindar apoyo y orientación, y se siguió el reglamento de la universidad. Además, se contó con la asesoría constante de un docente especialista. En cuanto a los recursos materiales necesarios para el proyecto, se seleccionaron aquellos que tuvieran un costo adecuado al presupuesto, ya que el proyecto será autofinanciado; por lo tanto, no hubo dificultades al respecto.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1 Antecedentes nacionales

**Rondan (11)**, desarrolló una investigación en 2022, estableciendo como objetivo “*Determinar la capacidad antimicrobiana, in vitro, del yoduro de potasio yodado al 2 % en comparación con la clorhexidina 2 % para el tratado de conductos con Enterococcus*”. El estudio es experimental, prospectivo y con corte transeccional. Su muestra estaba constituida por 28 placas Petri durante 24 horas. Se empleó la observación experimental como técnica, los datos se registraron en una “ficha de recolección de datos” y se realizó el método de difusión del Agar. Los resultados permiten evidenciar halaos inhibitorios en las muestras con yoduro de potasio yodado 2% y la clorhexidina 2%; sin embargo, la clorhexidina 2 % con una media de 17,929 mm, tuvo la mayor formación, mientras que el yoduro de potasio yodado al 2 % presentó 17,571 mm. Se puede concluir que no hay diferencia entre el efecto antibacteriano que poseen ambas soluciones frente al *E. faecalis*.

**Mosqueira y Escobar (12)** tuvieron como propósito de estudio, en 2021, “*Evaluar el efecto antibacteriano in vitro de tres soluciones irrigadoras contra el E.faecalis*”. El estudio fue cuasi experimental y de seguimiento. La muestra estuvo conformada por 42 placas Petri, las mismas que fueron clasificadas en nueve subgrupos para cada solución irrigadora. Los resultados mostraron que el NaClO al 5% y la Clorhexidina al 5% resultaron altamente efectivos para inhibir el desarrollo bacteriano, y el agua ozonizada presentó menor capacidad. Según la escala de Duraffourd, NaClO al 5% presentó una alta sensibilidad, mientras que la Clorhexidina

al 5% lo fue en las primeras 48 horas y muy sensible pasadas las 72 horas. Los resultados del agua ozonizada fueron nulos (-) y sensibles (+) en todos los tiempos medidos. En síntesis, el NaClO al 5% y la Clorhexidina al 5% demostraron eficacia en la inhibición del crecimiento de *Enterococcus faecalis*.

**Gómez et al. (13)** en el 2020, propuso como objetivo de su estudio, “*Comparar la eficiencia antimicrobiana del hipoclorito de sodio (NaClO al 2,5% y 5,25%) y el hipoclorito de calcio (CaClO al 2,5%) en una biopelícula de E. faecalis y C. albicans*”. La investigación en mención presentó un diseño experimental in vitro. Para el desarrollo, se utilizaron cepas de *C. albicans* y *E. faecalis*, que fueron reactivadas, previamente. Después, se estandarizaron las colonias a emplear a un estándar de turbidez para lograr una cantidad de 108 (UFC/mL) utilizando la escala de McFarland. Posteriormente, el biofilm constituido en agar, se sembró en 42 discos estériles contenido con las sustancias experimentales. Tanto las soluciones de NaClO al 2,5% como las de CaClO fueron colocados en cada placa de Petri, para luego ser encubados a 37°C durante 24 horas. Los resultados permiten evidenciar que las medias entre los halos correspondientes a NaClO y CaClO al 2,5% fueron  $13,38 \pm 0,64$  mm y  $13,42 \pm 0,62$  mm, respectivamente. De acuerdo a la prueba de Tukey, no se evidenciaron diferencias importantes entre los grupos de hipoclorito evaluados ( $p = 0,989$ ). Se puede concluir que tanto el CaClO como el NaClO tienen una eficacia antimicrobiana parecida con biopelículas basadas en *E. faecalis* y *C. albicans*.

**Arias (14)**, en el año 2019, propone como objetivo de investigación “*Evaluar in vitro la eficiencia antibacteriana en la Preparación Biomecánica mediante el Sistema Reciproc y la irrigación con hipoclorito al 2.5 %, Clorhexidina al 2% y cloruro de sodio al 0.9% frente a la cepa de E. faecalis en conductos radiculares*”. La

investigación fue experimental de tipo comparativo. La muestra estuvo constituida por 70 premolares unirradiculares de origen humano. Referente al procedimiento empleado, cada conducto recibió regado de 3 mililitros de solución salina y se secó con material estéril. Los resultados obtenidos permiten establecer una media que varió en cada grupo, entre 1.4 y 1.8 estableciendo una diferencia sin significancia ( $p > 0.05$ ). Se puede concluir de la investigación que los irrigantes endodónticos empleados en el estudio no desinfectaron totalmente el conducto radicular infectado con *E. faecalis*.

**Cornejo (15)**, desarrolla una investigación en 2019 y propone como objetivo “*Comparar la eficiencia antibacteriana in vitro del extracto alcohólico de Caesalpinia spinosa (tara) al 40% y el hipoclorito de sodio al 5,25% sobre el E. faecalis*”. La investigación fue de tipo comparativo. Los resultados obtenidos de la revisión de estudios mediante el halo de inhibición permiten establecer que la tara al 40% manifiesta un mayor impacto antibacteriano en laboratorio sobre el *E. faecalis* a las 48 horas, mientras que el hipoclorito de sodio al 5,25% manifiestan un superior impacto antibacteriano in vitro sobre el *E. faecalis* a las 24 horas. Se puede concluir de la investigación que los dos componentes en estudio presentaron efectos antibacterianos frente a *E. faecalis*; sin embargo, la eficacia de cada uno varía de acuerdo con el tiempo de exposición.

### **2.1.2. Antecedentes internacionales**

**Giardino et al. (16)** propuso un estudio en 2022, cuyo objetivo fue “*Evaluar la citotoxicidad y la actividad antibacteriana del ácido cítrico al 10% y al 1% en túbulos dentinarios infectados*”. El diseño del estudio fue experimental. La metodología utilizada fue la de macrodilución en caldo, a fin de evaluar la concentración antibacteriana de ácido cítrico, adicional a ello, se realizó un seguimiento después de



su enjuague final dentro de los conductos radiculares en *Enterococcus faecalis*. Diez muestras de dentina infectada se enjuagaron durante un tiempo de 5 minutos con hipoclorito de sodio al 5 %, posteriormente con ácido cítrico al 1 % durante 3 minutos. Otras 10 muestras se enjuagaron con hipoclorito de sodio al 5 % aunado al ácido cítrico al 10 % durante 3 minutos; además, los cuatro especímenes restantes fueron utilizados como controles positivos y se utilizaron dos muestras no contaminadas como controles negativos. Los resultados establecen que tanto las soluciones sin diluir como las diluidas permiten evidenciar una toxicidad severa; no se mostraron modificaciones de la morfología normal cuando se diluyó 1/100. Las soluciones de ácido cítrico muestran niveles ms bajos de bacterias que el grupo de control positivo. Todo lo anteriormente mencionado, permite concluir que, a pesar de sus valiosas propiedades antimicrobianas, los efectos citotóxicos del ácido cítrico deben ser considerados durante el tratamiento endodóntico.

**Kranz et al. (17)** en el 2021, plantearon como objetivo de su investigación “*Observar la eficiencia de antisépticos endodónticos para erradicar E. faecalis, dentro de los túbulos dentinarios*”. El estudio fue experimental y presentó corte transversal. La muestra la constituyeron 50 muelas del juicio de origen humano, no cariadas y extraídas con forma redonda y recta las raíces. Referente a la metodología, se emplearon apósitos estériles constituidos con hidróxido de calcio o cloramina-T por un tiempo de 24 horas o irrigaciones con hipoclorito de sodio a un 1,3%; mientras que referente al grupo de control, se usó riego con suero fisiológico. El crecimiento bacteriano se constató a través del microscopio electrónico de barrido. Los hallazgos de esta indagación permitieron evidenciar que aplicar cloramina-T cristalina ocasionó la rescisión total de bacterias en el interior de los túbulos dentinarios, mientras que

aquellos con hidróxido de calcio evidenciaron menores efectos. Por otro lado, el riego con hipoclorito de sodio provocó la exterminación de los microorganismos superficiales existentes del conducto radicular, pero no suprimió completamente la *E. faecalis* presentes en el interior de los *túbulos* dentinarios. Se puede concluir de la investigación que la cloramina-T posee un importante mecanismo antiséptico y resulta útil para eliminar la bacteria estudiada.

**Singh et al. (18)** en el 2019, establecieron como objetivo de investigación “Evaluar el efecto antimicrobiano del propóleo, jugo de *Morinda citrifolia*, hipoclorito de sodio y clorhexidina sobre *E. faecalis* y *C. albicans*”. El estudio presentó un diseño experimental. Se realizó la inoculación a cuatro aislados clínicos, una muestra estándar de *E. faecalis* y de *C. albicans* en 5 mililitros de agua con peptona cada uno, y fueron incubados a una temperatura de 37 °C durante un tiempo de 3 a 4 horas para lograr la turbidez necesaria. Los resultados muestran la comparativa de los reactivos, los cuales, difieren entre las zonas de inhibición establecidas. Concentraciones de jugo de *Morinda citrifolia* al 100 % hipoclorito de sodio al 5 %, propóleo al 10 % y clorhexidina al 2 % demostraron el área máxima de inhibición para *E. Faecalis* y *C. albicans*. Se puede concluir que los reactivos estudiados presentaron efecto antimicrobiano sobre *E. Feacalis* y *C. albicans*. Por otro lado, el hipoclorito de sodio y la clorhexidina presentan mayor eficacia que el jugo de propóleo y *Morinda citrifolia* y se presentó una mayor eficacia antimicrobiana con concentraciones crecientes.

**Savitri et al. (19)** en el 2018, establecieron como objetivo de estudio “*Evaluar la eficacia antimicrobiana del agua ozonizada (4 mg / l), solución de clorhexidina al 2%, solución de hipoclorito de sodio al 5.25% en cinco microorganismos*”. La investigación presentó un diseño experimental y fue de corte transversal. Los

organismos seleccionados para el desarrollo de la investigación son: *E. faecalis*, *S. aureus*, *S. mutans*, *K. rhizophila*, *C. albicans*. Como método para comprobar la eficacia contra microorganismos se usó la prueba de difusión de pozos de agar, y los materiales de prueba contra cada microorganismo fueron en un periodo de tiempo de 24 y 48 horas. Los resultados del estudio permiten evidenciar la acción de la clorhexidina al 2%, la cual, logró el tamaño de área más alto y unidades que forman colonias bacterianas mínimamente, por otro lado, el agua ozonizada demostró una eficacia inferior. Se evidenció un aumento en el número de unidades formadoras de colonias cuando se utilizó agua ozonizada contra *E. faecalis*. Se puede concluir que la solución de clorhexidina al 2% es un mejor irrigante endodóntico con un potencial antimicrobiano máximo, frente a los otros dos componentes estudiados.

**Pinheiro et al. (20)** en el 2018, planteó como objetivo de estudio “*Evaluar la eficiencia antimicrobiana del hipoclorito de sodio al 2,5%, clorhexidina al 2% y agua ozonizada sobre biopelículas de E. faecalis, S. mutans y C. albicans*”. La investigación fue experimental *ex vivo*, cuyo desarrollo se llevó a cabo en un laboratorio microbiológico. La muestra la constituyeron 60 radiculares mesiobucales, las cuales fueron infectados con *E. faecalis*, *S. mutans* y *C. albicans*, y se clasificaron en cuatro grupos referente a su solución de irrigación. Los resultados permitieron evidenciar una importante reducción del biofilm después del riego. Además, el hipoclorito de sodio (98,07 %), la clorhexidina (98,31 %) y el agua ozonizada (98,02 %) ocasionaron una disminución bacteriana en contraste con el agua bidestilada (control, 72,98 %). Se puede concluir que los 3 irrigantes empleados mostraron una actividad antimicrobiana similar.

## 2.2 Bases teóricas

### 2.2.1 Clasificación de los compuestos halogenados

Los compuestos halogenados son compuestos orgánicos que contienen átomos de halógeno; como por ejemplo, el yodo, el bromo, cloro o hasta incluso el flúor. que se encuentran unidos a un átomo de carbono. Estos compuestos tienen una amplia gama de aplicaciones en diversos campos, incluidos los farmacéuticos, la agricultura, la industria y como disolventes (21).

Los compuestos orgánicos total o parcialmente halogenados tienen amplias aplicaciones en los sectores industrial y médico, por ejemplo, han encontrado uso en solventes, plásticos, pesticidas, refrigerantes, agentes extintores de incendios, agentes propulsores de espuma y como medicamentos. Originalmente considerados inofensivos, debido a su baja inflamabilidad, baja toxicidad y aparente inercia química, se sabe desde hace décadas que muchos compuestos orgánicos halogenados presentan un peligro ambiental considerable (22).

Los compuestos halogenados presentan diferentes clasificaciones; por ejemplo, se pueden clasificar según el número de átomos de halógeno presentes en la molécula:

- Compuestos mono-halogenados: estos compuestos contienen solo un átomo de halógeno en la molécula. Los ejemplos incluyen clorometano ( $\text{CH}_3\text{Cl}$ ) y bromobenceno ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}$ ) (21).
- Compuestos di-halogenados: estos compuestos contienen dos átomos de halógeno en la molécula. Los ejemplos incluyen diclorometano ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ) y dibromometano ( $\text{CH}_2\text{Br}_2$ ) (21).

- Compuestos polihalogenados: estos compuestos contienen más de dos átomos de halógeno en la molécula. Los ejemplos incluyen triclorofluorometano ( $\text{CCl}_3\text{F}$ ) y tetrabromobenceno ( $\text{C}_6\text{Br}_4$ ) (21).

Por otra parte, los compuestos halogenados también se pueden clasificar según el tipo de halógeno presente o los grupos funcionales específicos que contienen. Algunas clasificaciones comunes basadas en el tipo de halógeno incluyen compuestos fluorados, compuestos clorados, compuestos bromados y compuestos yodados (23).

Además, los compuestos halogenados se pueden clasificar en función de su estructura química o grupos funcionales presentes; por ejemplo:

- Alcanos halogenados: son hidrocarburos saturados con uno o más átomos de halógeno unidos a la cadena de carbono. Los ejemplos incluyen cloroformo ( $\text{CHCl}_3$ ) y tetracloruro de carbono ( $\text{CCl}_4$ ) (23).
- Aromáticos halogenados: Son compuestos aromáticos que contienen uno o más átomos de halógeno unidos al anillo aromático. Los ejemplos incluyen clorobenceno ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$ ) y bromobenceno ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}$ ) (23).
- Alquenos halogenados: Son hidrocarburos insaturados con uno o más átomos de halógeno unidos al doble enlace carbono-carbono. Los ejemplos incluyen cloruro de vinilo ( $\text{CH}_2=\text{CHCl}$ ) y 1,2-dicloroetano ( $\text{CHCl}=\text{CHCl}$ ) (23).

### **La endodoncia**

La endodoncia es un procedimiento odontológico destinado para tratar problemas en el tejido interno del diente. A continuación se describe el paso a paso para este procedimiento: (49,50)

- **Evaluación Inicial:** Se realiza el examen clínico y radiográfico para diagnosticar la necesidad de endodoncia; luego se aplica la anestesia local para adormecer el área afectada.
- **Aislamiento del Campo Operatorio:** Se coloca un dique de goma para mantener el área seca y libre de saliva.
- **Acceso al Conducto Radicular:** Se crea una abertura en la corona dental para acceder al tejido pulpar.
- **Remoción del Tejido Pulpar:** Se extrae el nervio y tejido pulpar del interior del conducto radicular.
- **Conformación y Limpieza del Conducto:** Es en este proceso que se hace uso de limas para dar forma al conducto y eliminar cualquier residuo, y también se realiza la irrigación con soluciones desinfectantes para eliminar bacterias.
- **Obturación del Conducto:** Se rellena el conducto con un material sellador para prevenir la reinfección.
- **Reconstrucción de la Corona:** En caso de pérdida significativa de estructura dental, se realiza la reconstrucción de la corona con un empaste o una corona.
- **Radiografías de Control:** Se verifica radiográficamente para asegurar la adecuada obturación del conducto.
- **Seguimiento Postoperatorio:** Se monitorea la recuperación y se maneja cualquier síntoma postoperatorio.

Es importante señalar que los compuestos halogenados pueden tener diversas propiedades y comportamientos según el halógeno específico y su posición dentro de la molécula. Estos halógenos poseen propiedades antimicrobianas bien conocidas y se utilizan ampliamente en diferentes campos de la medicina, incluida la endodoncia (24).

Los compuestos halogenados a veces se usan como irrigantes en tratamientos de conductos radiculares para desinfectar el sistema de conductos radiculares y eliminar bacterias. Un compuesto halogenado de uso común en endodoncia es el hipoclorito de sodio (NaOCl). El hipoclorito de sodio es una solución que contiene cloro y tiene propiedades antimicrobianas que ayudan en la desinfección del conducto radicular (25).

El hipoclorito de sodio es efectivo para disolver materia orgánica, matar bacterias y reducir la carga microbiana en el sistema de conductos radiculares. A menudo se usa como irrigante durante los procedimientos del conducto radicular para eliminar los desechos, desinfectar el conducto y facilitar la limpieza mecánica y la conformación del espacio del conducto radicular (26).

Otros compuestos halogenados que se pueden usar como irrigantes en los tratamientos de conducto incluyen:

**Gluconato de clorhexidina:** aunque no es un verdadero compuesto halogenado, el gluconato de clorhexidina contiene un átomo de cloro y se usa comúnmente como irrigante en la terapia del conducto radicular. Tiene propiedades antimicrobianas de amplio espectro y es eficaz contra bacterias y hongos (25).

**Compuestos de yodo:** Los irrigantes a base de yodo, como la povidona yodada, se han utilizado en endodoncia por sus propiedades antimicrobianas. Sin embargo, se usan con menos frecuencia en comparación con el hipoclorito de sodio y el gluconato de clorhexidina (26).

### 2.2.2 Compuestos irrigantes

Los compuestos o soluciones irrigantes se refieren a las diversas soluciones químicas utilizadas para irrigar el conducto interior del diente durante el tratamiento de

endodoncia. Estas soluciones se utilizan para eliminar los desechos, lubricar el conducto, disolver el tejido pulpar y eliminar las bacterias (27).

La elección y el uso apropiados de estas soluciones de irrigación son fundamentales para lograr una terapia de endodoncia exitosa; además, la duración del riego y el volumen de solución utilizado durante el tratamiento también influyen en el efecto antibacteriano de los irrigantes. Por lo general, el uso de estos compuestos en el tratamiento de endodoncia se acompaña de instrumentación mecánica para lograr la máxima eficacia para erradicar microorganismos y hacer la limpieza del conducto interno del diente (28).

En los tratamientos de endodoncia se utilizan diferentes soluciones, como hipoclorito de sodio (NaOCl), digluconato de clorhexidina (CHX), ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) al 17%, ácido cítrico. Dependiendo del protocolo de riego seguido, estas soluciones pueden usarse como últimos irrigantes durante la preparación química (29).

Si bien existen varias soluciones irrigantes disponibles para el tratamiento endodóntico, y muchas otras están siendo probadas; ninguna cumple todos los requisitos necesarios para ser considerada un irrigante ideal. En este sentido, los principales requisitos incluyen un amplio espectro antibacteriano, la disolución de tejido y evitar el desarrollo del barrillo dentinario (30).

No obstante, cada solución tiene propiedades únicas. Por ejemplo, el hipoclorito sódico (NaOCl) y la clorhexidina (CHX) presentan un amplio espectro antibacteriano, pero el NaOCl es un irritante potencial de los tejidos periapicales. Por el contrario, la CHX no disuelve el tejido pulpar pero es menos citotóxica para los tejidos periapicales



que el NaOCl. Por consiguiente, a veces es necesario utilizar las combinaciones de soluciones irrigantes o alternarlas con quelantes para abordar algunas desventajas (31).

Las soluciones irrigantes también son importantes porque podrían influir en las propiedades mecánicas de la estructura dental, así como ayudar en la limpieza del conducto radicular. Algunos estudios han identificado una relación entre defectos mecánicos en estructuras dentales, encontrándose la disminución de la microdureza de la dentina o un aumento de la incidencia de fractura vertical con soluciones auxiliares (32).

Factores como el aumento de las concentraciones de las soluciones irrigantes la alta capacidad para suprimir el barrillo dentinario y el tiempo de exhibición de la dentina a las soluciones como posibles causas de estos fallos. Sin embargo, esta cuestión sigue siendo controvertido, y no está claro en la literatura qué propiedades mecánicas podrían verse afectadas por las soluciones irrigantes (30).

#### **2.2.2.1. Compuestos irrigantes empleando hipoclorito de sodio al 5.25%**

El hipoclorito de sodio (NaOCl) es la solución de irrigación que más se emplea, y su concentración oscila entre el 0,5% y el 5,25% debido a sus efectos bactericidas y anti-biofilm, propiedad de inactivación de endotoxinas y capacidad para disolver el tejido necrótico. La investigación tradicional ha destacado con frecuencia sus efectos disolventes de tejidos y antibacterianos (33).

No obstante, el uso de (NaOCl) puede provocar el debilitamiento y deterioro de la matriz dentinaria, lesiones en la zona periapical y el crecimiento de microorganismos persistentes, todos ellos resultados indeseables. Además, experimentos in vitro e in vivo han reportado resultados contradictorios referente a la eficacia de esta solución. Investigaciones recientes indican que el hipoclorito de sodio presenta dificultad para

penetrar satisfactoriamente biofilms que contienen alta densidad bacteriana y disolver tejido inorgánico; además, las bacterias no solo se adhieren a las paredes dentinarias intrarradiculares, sino también a los canales laterales, ramificaciones y túbulos dentinarios, donde la acción de las soluciones de irrigación es ineficiente, produciendo infecciones endodónticas persistentes (34).

Por otra parte, la capacidad de actuar de este compuesto se basa en que, NaOCl puede funcionar como disolvente de grasas que las convierte en glicerol y ácidos grasos, disminuyendo así la tensión superficial de la solución restante, por lo que el NaOCl puede neutralizar los aminoácidos mediante una reacción de neutralización y liberando así sal y agua. La liberación de iones hidroxilo disminuye el pH debido a la estrecha interacción entre NaOCl y los tejidos orgánicos, el ácido hipocloroso puede actuar como disolvente y genera cloro, que puede formar cloraminas combinadas con el grupo amino proteico. Asimismo, los iones hipoclorito y el ácido hipocloroso podrían desencadenar hidrólisis y degradación de los aminoácidos (27).

#### **2.2.2.2. Compuestos irrigantes empleando ácido cítrico al 40%**

El ácido cítrico es una solución irrigante de uso común en el tratamiento de endodoncia. Es un ácido orgánico débil que puede disolver y eliminar eficazmente los componentes inorgánicos de la capa de barrillo dentinario y del sistema de conductos radiculares. Su bajo pH ayuda a disolver el tejido calcificado y el biofilm bacteriano, lo que lo convierte en un eficaz agente antimicrobiano (35).

Una de las ventajas del ácido cítrico como solución de irrigación es que es biocompatible, lo que significa que resulta seguro para el organismo y no causa reacciones adversas. También es fácilmente disponible, económico y fácil de usar. Sin

embargo, el ácido cítrico tiene algunas limitaciones. Solo puede disolver una cantidad limitada de tejido, lo que puede requerir múltiples aplicaciones para eliminar por completo todos los desechos. Además, puede ser corrosivo para algunos materiales dentales, como las restauraciones de amalgama, y la exposición prolongada puede provocar que la superficie se vuelva áspera o se decolore (36).

Por otra parte, el mecanismo de acción del ácido cítrico es a través de la quelación, que implica la unión de iones metálicos como el calcio y el magnesio que están presentes en los componentes inorgánicos del barrillo dentinario y la dentina. Este proceso da como resultado la disolución y eliminación de estos componentes del sistema de conductos radiculares. El ácido cítrico también tiene propiedades antimicrobianas, que contribuyen aún más a su eficacia como solución de irrigación (35).

En general, el ácido cítrico es una valiosa solución de irrigación para los conductos radiculares en el tratamiento de endodoncia debido a su capacidad para disolver y eliminar los componentes inorgánicos de la capa de barrillo dentinario y los desechos, además de su biocompatibilidad y bajo costo. Sin embargo, es importante usarlo con precaución y cumplir con los protocolos de seguridad adecuados para evitar posibles complicaciones (37).

#### **2.2.2.3. Compuestos irrigantes empleando gluconato de clorhexidina 2%**

La clorhexidina (CHx) ha sido recomendada como irrigante endodóntico menos traumático y se utiliza habitualmente a una concentración del 2%; sin embargo, sus principales desventajas consisten en la incapacidad para descomponer el tejido muerto y su menor eficacia contra los microorganismos de tipo Gramnegativo (33).

La clorhexidina es popularmente conocida como un agente de amplio espectro eficaz contra bacterias grampositivas, gramnegativas, hongos y virus. A bajas concentraciones (0,02 % a 0,06 %) CHx tiene actividad bacteriostática, mientras que, en concentraciones más altas, como 0,12 %, se sabe que las soluciones de clorhexidina son bactericidas. CHx es una molécula catiónica unida a la membrana plasmática (por ejemplo, a través de fosfolípidos cargados negativamente) e interrumpe la función y la estructura celular, lo que eventualmente conduce a la muerte celular por citólisis con liberación de componentes intracelulares (38).

La capacidad antimicrobiana está relacionada con la prevención de deformación de biopelículas en lugar de ruptura de la membrana celular, por lo que CHx se usa ampliamente en entornos clínicos para la desinfección de la piel antes y durante la cirugía y las inyecciones, para esterilizar instrumentos y dispositivos quirúrgicos, en todo el campo de la odontología, desde enjuagues bucales hasta productos de gel oral y soluciones para irrigación del conducto radicular, y en varios medicamentos (39).

Asimismo, el digluconato de clorhexidina posee propiedades antimicrobianas amplias y potentes y se usa a menudo en endodoncia como la última solución de irrigación, este actúa uniéndose a la dentina (propiedad conocida como sustantividad), se libera gradualmente, y por lo tanto puede interactuar con el sellador y modificar sus propiedades (29).

### **2.2.3 Efecto antibacteriano frente a cepa de *Enterococcus faecalis***

El efecto antibacteriano de una molécula se refiere a su capacidad para detener o reducir el crecimiento de microorganismos. Este efecto se puede lograr mediante la acción de sustancias que eliminan o disminuyen la tasa de crecimiento bacteriano de manera

selectiva y sin ser excesivamente tóxicas. Actualmente, se está investigando el uso de compuestos naturales modificados, los cuales se obtienen a través de procesos químicos, como las penicilinas, carbapenémicos o cefalosporinas. Además, también se utilizan productos naturales puros, como los aminoglucósidos, y antibióticos totalmente sintéticos, como las sulfonamidas (40).

Los agentes antibacterianos son cruciales en la lucha contra enfermedades infecciosas. Sin embargo, su uso excesivo puede conducir a la resistencia antibiótica, lo que se ha convertido en un problema significativo para la industria farmacéutica. La resistencia antibiótica generalmente surge debido a los procesos de selección que tienen lugar durante la terapia con antibióticos, lo que conduce a la evolución de microorganismos resistentes que pueden ser heredados (41).

#### **2.2.3.1. Halo de inhibición**

El efecto antibacteriano es un término común utilizado para describir el nivel de acción de una sustancia para inhibir o evitar el crecimiento de bacterias. El método más empleado para identificar el efecto antibacteriano es mediante la medición de halos de inhibición (42).

El principio detrás de los halos de inhibición es que cuando se agrega una sustancia antibacteriana a un cultivo de bacterias, se difunde a través del medio de agar y hace que se forme una zona de inhibición alrededor del área donde se aplicó la sustancia. Esta zona es un área clara donde no ocurre crecimiento bacteriano, y su tamaño está directamente relacionado con la efectividad de la sustancia antibacteriana (43).

El método descrito se usa a menudo para comparar los efectos antibacterianos de diferentes sustancias o para determinar la susceptibilidad de una cepa bacteriana

particular a una sustancia específica. El tamaño del halo de inhibición generalmente se mide con una regla y los resultados se comparan con una escala de referencia estándar (42).

Una escala de referencia comúnmente utilizada es la escala de Duraffourd, que asigna un valor numérico al tamaño del halo. El uso de este método y de la escala de Duraffourd proporcionan un método fiable y cuantitativo para lograr identificar el impacto antibacteriano que poseen las sustancias a emplear. Constituye una herramienta de gran valor tanto en el desarrollo y prueba de nuevos agentes antibacterianos, como también en la evaluación de la eficacia de los existentes (44).

#### **2.2.3.2. Tiempo**

El efecto antibacteriano de una sustancia generalmente se evalúa durante un período de tiempo, a menudo en intervalos de 24 horas. Esto se debe a que la duración de la exposición a la sustancia puede afectar su eficacia para inhibir el crecimiento de microorganismos (45).

El mecanismo detrás de este efecto es que la sustancia necesita tiempo suficiente para interactuar con las células bacterianas e interrumpir sus funciones normales, como la síntesis de la pared celular. Cuanto mayor sea el tiempo de exposición, más posibilidades tiene la sustancia de interactuar con las células e inhibir su crecimiento (46).

Sin embargo, la eficacia de la sustancia también puede depender del tipo de microorganismo al que se dirige, así como de su resistencia a la sustancia. Algunos microorganismos pueden tener resistencia natural a ciertas sustancias, mientras que otros pueden desarrollar resistencia con el tiempo a través de mutaciones genéticas o por exposición a la sustancia misma (45).

Para evaluar el efecto antibacteriano a lo largo del tiempo, un método común es medir el halo de inhibición, en diferentes intervalos de tiempo. El halo de inhibición es un área circular que rodea la sustancia en una placa de cultivo donde no se visualiza el desarrollo de bacterias. El tamaño del halo está directamente relacionado con la eficacia de la sustancia para inhibir el crecimiento bacteriano (42).

#### ***2.2.4 Enterococcus faecalis***

*E. faecalis*, perteneciente al grupo de las bacterias grampositivas, la cual, generalmente habita en el tubo gastrointestinal de determinados seres vivos. Este, tiene la característica de ser un organismo anaerobio facultativo; es decir, posee la capacidad de prosperar en ambientes de abundante como de escasa concentración de oxígeno. Además, *E. faecalis* también se ubica en el suelo, el agua y las aguas residuales (2).

Por otra parte, es sabido que *E. faecalis* es causante de infecciones persistentes en el tratamiento del conducto radicular. La bacteria tiene varios factores de virulencia que le permiten sobrevivir y prosperar en la cavidad pulpar. Dentro de estos factores, se encuentra su capacidad para formar un biofilm, que es una organización compleja de microorganismos pegados a las superficies y se protegen del sistema inmunitario y los agentes antimicrobianos del huésped. La biopelícula puede bloquear el sistema de conductos radiculares y evitar una limpieza y desinfección efectivas del área (47).

*E. faecalis* produce varias enzimas que lo ayudan a sobrevivir en el sistema de la cavidad pulpar, incluida la catalasa, que neutraliza el peróxido de hidrógeno producido por el sistema inmunitario del huésped, y el superóxido dismutasa, que desintoxica los radicales de oxígeno que pueden dañar las células bacterianas. *E. faecalis* también produce ácido lipoteicoico, una molécula que puede estimular la respuesta inmunitaria del organismo y causar inflamación (48).

Además de su papel en el tratamiento del sistema del conducto radicular, actúa como un patógeno oportunista que causa infecciones en otras partes del cuerpo, como las vías urinarias, el torrente sanguíneo y las válvulas cardíacas. Es particularmente problemático en entornos de atención médica, donde puede causar brotes de infecciones en pacientes inmunocomprometidos (3).

## 2.3. Formulación de hipótesis

### 2.3.1. Hipótesis general

**Hi:** Los compuestos irrigantes presentan efecto antibacteriano frente a cepa de *Enterococcus faecalis*.

**Ho:** Los compuestos irrigantes no presentan efecto antibacteriano frente a cepa de *Enterococcus faecalis*.

### 2.3.2. Hipótesis específicas

**Hi<sup>1</sup>:** Los compuestos irrigantes empleando hipoclorito de sodio al 5.25% presentan efecto antibacteriano frente a cepa de *Enterococcus faecalis*.

**Ho:** Los compuestos irrigantes empleando hipoclorito de sodio al 5.25% no presentan efecto antibacteriano frente a cepa de *Enterococcus faecalis*.

**Hi<sup>2</sup>:** Los compuestos irrigantes empleando ácido cítrico al 40% presentan efecto antibacteriano frente a cepa de *Enterococcus faecalis*.

**Ho:** Los compuestos irrigantes empleando irrigantes empleando ácido cítrico al 40% no presentan efecto antibacteriano frente a cepa de *Enterococcus faecalis*.



**Hi<sup>3</sup>:** Los compuestos irrigantes empleando gluconato de clorhexidina 2% presentan efecto antibacteriano frente a cepas de *Enterococcus faecalis*.

**Ho:** Los compuestos irrigantes empleando irrigantes empleando gluconato de clorhexidina 2% no presentan efecto antibacteriano frente a cepa de *Enterococcus faecalis*.

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**

### **3.1. Método de la investigación**

La presente investigación utilizó un enfoque analítico para comprobar la hipótesis planteada a través de los datos recopilados. Estos datos fueron codificados y cuantificados para poder someterlos a un análisis estadístico. Además, se pudo comparar con otros datos para que puedan ser examinados e interpretados con mayor facilidad (51).

### **3.2. Enfoque de la investigación**

Se empleó un enfoque cuantitativo, dado que se busca resumir y analizar los datos de manera objetiva mediante el uso de métodos numéricos, como promedios y porcentajes. En general, en la investigación cuantitativa, se utiliza la información de una muestra para inferir información sobre una población más amplia. En este caso, se utilizaron medidas longitudinales en milímetros de los halos de inhibición, que se cuantificarán en períodos de tiempo en horas, debido a la naturaleza de la investigación (52).

### **3.3. Tipo de investigación**

La investigación fue de tipo aplicado, dado que su objetivo principal es abordar y resolver un problema específico. La finalidad es aplicar los resultados obtenidos para dar solución a una cuestión concreta (53).

### 3.4. Diseño de la investigación

La investigación empleó un diseño experimental, ya que se busca establecer una relación causal entre las variables propuestas. En este tipo de estudios, el investigador manipula la variable explicativa y observa los cambios en la variable de respuesta. Además, en un estudio experimental, los investigadores controlan cuidadosamente las variables que se aplican a los sujetos (52). La investigación en cuestión se llevó a cabo mediante un experimento *in vitro*, lo que significa que se realizó fuera de un organismo vivo, llevándose a cabo en un laboratorio, los métodos *in vitro* implican el estudio de células en diversas formas o microorganismos en cultivo, entre otros temas similares (54).

Asimismo, la investigación se llevó a cabo mediante un diseño longitudinal, lo que significa que se recopilarán datos en diferentes momentos a lo largo del tiempo para poder realizar análisis de inferencia sobre la progresión del problema de investigación (55).

Por último, se consideró un diseño prospectivo, lo cual implica que se llevó a cabo un estudio de cohorte. En este tipo de estudio se selecciona un grupo de individuos con características similares y se les somete a las mismas condiciones, como en el caso del experimento. De esta manera, se pudieron analizar los efectos de estas condiciones en la muestra a lo largo del tiempo (56).

### **3.5. Población, muestra y muestreo**

#### **3.5.1 Población**

El término población se refiere al conglomerado de elementos que serán sujetos a la aplicación de los hallazgos obtenidos a través de la investigación. En otras palabras, la población estuvo compuesta por un grupo de unidades que comparten una característica específica que ha sido seleccionada como la variable de estudio, y sobre las cuales podremos generalizar los hallazgos del estudio (57).

Con fines de la presente investigación, el conjunto poblacional incluyó a 100 placas de agar con cepa de *Enterococcus faecalis*.

#### **Criterios de inclusión**

- Las placas de agar contienen cepa de *Enterococcus faecalis*.
- Las placas de agar se han incubado en un intervalo de tiempo predeterminado a una temperatura específica.
- Las placas de agar son visualmente claras y libres de contaminantes.
- Las placas de agar muestran crecimiento bacteriano, como lo demuestran las colonias visibles posicionadas en la base del agar.

#### **Criterios de exclusión**

- Las placas de agar están visiblemente contaminadas con hongos, otras bacterias u otros microorganismos.
- Las placas de agar no muestran crecimiento bacteriano.

- Las placas de agar se han incubado en un intervalo de tiempo de incorrecto o la una temperatura incorrecta.
- Las placas de agar se manipularon incorrectamente, se dañaron o se contaminaron durante el almacenamiento o el transporte.
- Las placas de agar contienen cepas bacterianas distintas de *Enterococcus faecalis*.

### **3.5.2 Muestra**

Hace referencia a una fracción del universo poblacional, que la represente de manera precisa. Por lo tanto, los elementos elegidos aleatoriamente de la población deben tener todas las características de cada unidad poblacional (57).

En este sentido, se utilizó un tamaño muestral correspondiente a 80 placas de agar con cepa de *Enterococcus faecalis*, de las cuales, se distribuyeron los tratamientos para su respectiva evaluación en 4 grupos; de manera que, se consideraron: 20 placas con compuestos irrigantes empleando hipoclorito de sodio al 5.25%, 20 placas con compuestos irrigantes empleando ácido cítrico al 40%, 20 placas que constituyen los compuestos irritantes empleando gluconato de clorhexidina 2% y 20 placas aplicadas con agua destilada como muestra control.

### **3.5.3 Muestreo**

Se define como el procedimiento de selección de muestra, este se refiere a la etapa en la que se elige un subconjunto de individuos del universo poblacional, donde se aplicaron los hallazgos de la investigación; por lo tanto, es importante destacar que la

muestra seleccionada debe ser representativa estadísticamente del conjunto total de la población (58).

Se optó por utilizar el método de muestreo aleatorio simple para seleccionar la muestra, este se considera la mejor opción para seleccionar una muestra, ya que garantiza que todas las unidades de muestreo tengan igual oportunidad de ser seleccionadas, lo que asegura la representatividad de la muestra (52).

La técnica del muestreo deriva de la fórmula que se presenta a continuación:

$$n = \frac{Z_{1-\frac{\alpha}{2}}^2 * p * q}{d^2}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

$\alpha$  = Alfa (máximo error tipo I)

$1-(\alpha) /2$  = Nivel de confianza

Z (1- $\alpha$ /2) = Z de (1- $\alpha$ /2)

p = probabilidad de éxito (p = 0.50).

q = probabilidad de fracaso (q = 0.50).

d = precisión (0.50)

A fin de obtener el total de la muestra se reemplazan los valores y se alcanza el siguiente resultado:

Tamaño de la muestra n = 80

### 3.6. Variables y operacionalización

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Escala Valorativa
Compuestos irrigantes	Se refieren a las diversas soluciones químicas utilizadas para irrigar el conducto radicular durante el proceso de la terapia del conducto radicular en el tratamiento de endodoncia. Estas soluciones se utilizan para eliminar los desechos, lubricar el conducto, disolver el tejido pulpar y eliminar las bacterias (27).	Se prepararán soluciones con la concentración indicada: para NaClO al 5.25%; ácido cítrico concentración de 40% y gluconato de Clorhexidina 2%	Compuestos irrigantes empleando hipoclorito de sodio al 5.25%	Tipo de irrigadores utilizadas en tratamientos endodónticos.	Nominal	[NaClO] = 5,25% [ácido cítrico]= 40% [gluconato de clorhexidina]= 2%
			Compuestos irrigantes empleando ácido cítrico al 40%			
			Compuestos irrigantes empleando gluconato de clorhexidina 2%			
Efecto antibacteriano frente a cepa de <i>Enterococcus faecalis</i>	Se refiere a su capacidad para detener o reducir el crecimiento de microorganismos. Este efecto se puede lograr mediante la acción de sustancias que eliminan o disminuyen la tasa de crecimiento bacteriano de manera selectiva y sin ser excesivamente tóxicas (40).	Se cuantificará de acuerdo al tamaño del halo de inhibición de producido para cada tratamiento.	Halo de inhibición	Escala de Duraffourd (Halo de inhibición)	Ordinal	Nula (-): 0 a 8 mm. Sensibilidad limite (sensible = +): 8 - 14 mm. Medio (muy sensible = ++): 14 - 20 mm. Sumamente sensible (+++): 20 mm. a más
			Tiempo	Horas		24 horas 48 horas 72 horas

### 3.6.1 Definición operacional

**Compuestos irrigantes:** Se refieren a las diversas soluciones químicas utilizadas para irrigar el conducto radicular durante el proceso de terapia del conducto radicular en el tratamiento de endodoncia. Estas soluciones se utilizan para eliminar los desechos, lubricar el conducto, disolver el tejido pulpar y eliminar las bacterias (27).

**Efecto antibacteriano frente a cepa de *Enterococcus faecalis*:** Se refiere a su capacidad para detener o reducir el crecimiento de microorganismos. Este efecto se puede lograr mediante la acción de sustancias que eliminan o disminuyen la tasa de crecimiento bacteriano de manera selectiva y sin ser excesivamente tóxicas (40).

## 3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

### 3.7.1. Técnica

#### 3.7.1.1 Obtención de los microorganismos

En primer lugar, se llevó a cabo la reactivación de la bacteria *Enterococcus faecalis*, cepa ATCC 29212, la cual se encontró en estado liofilizado. Este proceso se realizó en el laboratorio de microbiología especializado Scientific Quality. Para hacer viable esta cepa bacteriana, se rehidrató utilizando un caldo de infusión de cerebro (BHI) y luego se incubó a una temperatura de 37 °C durante un período de 24 horas. Después, se tomó una pequeña cantidad de esta muestra y se transfirió a una placa que contenía Agar Sangre.

La estandarización de la cepa se llevó a cabo siguiendo la escala de McFarland 0.5. Para lograr esto, se tomó un inóculo de colonias de la bacteria *Enterococcus faecalis*



ATCC 29212 y se mezcló con 2 ml de caldo de infusión cerebro corazón. Esta medida equivaldría a una concentración de  $1.5 \times 10^8$  unidades formadoras de colonias de *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 por mililitro (UFC/ml).

El crecimiento de la cepa estándar *Enterococcus faecalis* ATCC® 29212™ se desarrolló en un tipo específico de caldo llamado Infusión Cerebro Corazón. Luego, se evaluó el crecimiento a las 8 horas utilizando un espectrofotómetro, siguiendo la curva de crecimiento previamente establecida.

### **3.7.1.2 Obtención de los compuestos irrigantes**

Se procedió con la preparación de las soluciones; siendo una de ellas, la de hipoclorito de sodio al 5.25%, se comenzó diluyendo esta misma solución al 12% en agua estéril hasta obtener una concentración final del 5.25%. La preparación de la solución de hipoclorito de sodio se inició con la solución comercial de hipoclorito de sodio al 12%. Se procedió a medir con exactitud 120 ml de esta solución comercial utilizando una pipeta estéril y una balanza de laboratorio. Posteriormente, los 120 ml de hipoclorito de sodio al 12% fueron agregados a un matraz estéril de 1000 ml.

La concentración deseada de la solución se logró mediante la adición de agua estéril a la mezcla. Siguiendo un procedimiento estandarizado, se empleó una bureta estéril para completar el volumen hasta 1000 ml. Una vez integrados los componentes, se procedió a mezclar la solución de manera suave y uniforme, asegurando así la homogeneidad de la concentración hasta un 5.25%.

En cuanto a la solución de ácido cítrico al 40%, se disolvió una cantidad medida de 40 g de ácido cítrico en 100mL de agua estéril y mezclando hasta que se disuelva

completamente. Luego se ajustará el pH de la solución a un valor neutro cercano a 7 utilizando hidróxido de sodio al 10%, y se ajusta el volumen final con agua estéril.

Asimismo, para la solución de gluconato de Clorhexidina al 2%, se disolvió una cantidad medida de gluconato de Clorhexidina en agua estéril y se mezcla hasta que se disuelva completamente. Luego se ajustó el pH de la solución a un valor de aproximadamente 7 utilizando ácido clorhídrico al 10%, y se ajusta el volumen final con agua estéril.

Una vez que se han preparado las soluciones, se pudo utilizar como irrigantes durante los ensayos; además, importante asegurarse de que todas las soluciones estén esterilizadas y que se utilicen técnicas asépticas durante la preparación y el uso de las soluciones para minimizar la contaminación.

### **Paso 1: Medio de cultivo**

En cuanto a la preparación del medio de cultivo Mueller Hinton (MHA), este fue adquirido de la empresa farmacéutica y química MERCK. Para preparar este medio de cultivo para 80 placas Petri, se tomaron 75.000 mg de Agar Muller Hinton y se mezclaron con 1100 ml de agua destilada. Ambas concentraciones se combinaron en proporciones iguales en 4 matraces, y el contenido se disolvió.

Luego, esta mezcla se sometió a una autoclave a una temperatura de 121 °C durante 15 minutos para esterilizarla. Posteriormente, se dejó enfriar a una temperatura de 50 a 55 °C manteniéndola en un baño María. Una vez que la mezcla alcanzó la temperatura adecuada, se vertieron 15 ml de Agar Mueller Hinton en cada placa Petri. Después de esto, se permitió que el agar se solidificara en las placas. Estas placas fueron

almacenadas en la refrigeradora hasta que se usaron en cada repetición de la prueba experimental.

### **Paso 2: Aplicación de los tratamientos**

Posteriormente se prepararon discos de papel filtro de 6 mm de diámetro y 2 mm de espesor, esterilizados; estos, serán llevados a los envases estériles con los compuestos irrigantes empleando hipoclorito de sodio al 5.25%, ácido cítrico al 40% y gluconato de clorhexidina 2% y serán guardados en cada envase por un periodo de 12 horas. Los tratamientos fueron distribuidos entre las 80 placas Petri, de manera que se formaron 4 grupos de 20 placas cada uno para cada tratamiento: 20 con el tratamiento de los compuestos irrigantes empleando hipoclorito de sodio al 5.25%, 20 para ácido cítrico al 40% y 20 placas para gluconato de clorhexidina 2%; además, se utilizó un grupo adicional de 20 placas para el grupo control negativo, el cual contó de un tratamiento con Suero fisiológico al 0,9% de marca comercial.

### **Paso 3: Evaluación del efecto antibacteriano**

Después de verificar que la cepa bacteriana se encontraba en su fase de máximo crecimiento y de haber preparado el medio de cultivo Mueller Hinton (MHA), en el cual el agar ya había solidificado, se procedió con la inoculación en dicho medio.

En la superficie de una placa de MHA, se distribuyó una cantidad estandarizada de bacterias de manera uniforme, asegurándose de obtener lo que se denomina un "césped bacteriano" después de la inoculación. Este proceso se realizó en las 20 placas Petri de cada repetición o tratamiento.

Posteriormente, se colocaron los discos de papel filtro que previamente se habían impregnado con diferentes soluciones irrigadoras en las placas ya inoculadas con

*Enterococcus faecalis*, utilizando una pinza estéril para evitar cualquier tipo de contaminación.

Tras la colocación de los discos, se dejó que las placas reposaran durante 15 minutos, permitiendo que las sustancias de las soluciones se absorbieran en el medio de cultivo.

Inmediatamente después, se llevó las placas Petri a la incubadora para el proceso de incubación. Las placas de estudio se incubaron durante 24, 48 y 72 horas en cada repetición, y durante estos períodos se realizaron observaciones y mediciones específicas.

Luego de finalizado el período de incubación, se procedió a medir los halos de inhibición presentes en las placas. Para esto, se utilizó la escala de Duraffourd, que permite evaluar cualitativamente el efecto antibacteriano *in vitro* según el diámetro de los halos de inhibición alrededor de los discos impregnados con las soluciones irrigadoras.

### **3.7.2. Descripción de instrumentos**

Se usó una ficha de evaluación de elaboración propia, en la que se recogieron los datos generados en el laboratorio. Los hallazgos obtenidos del estudio en los diversos periodos de tiempo (24, 48 y 72 horas) fueron documentadas y se describieron los tamaños de los halos.

### **3.7.3. Validación**

El enfoque del estudio se basó en la técnica del "Juicio de expertos". Para esto, se llevó a cabo una validación del instrumento ya descrito por parte de especialistas experimentados en el área de investigación. Estos expertos fueron consultados durante el

proceso de creación del instrumento de evaluación, con el objetivo de determinar su exactitud y consistencia. De esta manera, la validación permitió asegurar la fiabilidad y validez del instrumento utilizado en el estudio.

#### **3.7.4. Confiabilidad**

Se ha decidido utilizar la técnica de confiabilidad entre evaluadores en el estudio, ya que se empleó una ficha para recopilar los resultados observados. La confiabilidad entre evaluadores es una técnica comúnmente utilizada para este tipo de instrumento y se utiliza para determinar el grado de acuerdo o consistencia entre diferentes observadores o evaluadores al recopilar datos. La aplicación de esta técnica ayudó a asegurar que las observaciones registradas en la hoja de recolección sean precisas, consistentes y confiables.

#### **3.8. Plan de procesamiento y análisis de datos**

La recopilación de datos se realizó mediante la medición del tamaño del halo obtenido en cada muestra evaluada. Posteriormente, la información fue ordenada en una base de datos que se creará a partir de las fichas de evaluación. Para el procesamiento de la información se usaron métodos informáticos tanto descriptivos como inferenciales.

Para ello, se utilizó el software SPSS versión 27 que permitió crear los estadísticos descriptivos necesarios para analizar las medias de los tiempos de exhibición de cada irrigante dentinario. Además, se realizaron pruebas de normalidad y pruebas de inferencia como la prueba de Kruskal-Wallis y la prueba post-hoc de Tukey para verificar la hipótesis de investigación.

Asimismo, se aplicó también la técnica estadística de homogeneidad de varianzas, la cual permitirá identificar las modificaciones del total de los hallazgos experimentales del diseño cuasiexperimental y descomponerlos en fuentes de variación independiente atribuibles a cada uno de los efectos de los que se constituye el diseño experimental. Este proceso de análisis de datos se realizó de manera exhaustiva para garantizar veracidad y confiabilidad de los resultados hallados en el estudio.

### **3.9. Aspectos éticos**

Los principios éticos fundamentales de la investigación en seres humanos, que incluyen el respeto a la persona, la beneficencia, la no maleficencia y la justicia, serán considerados en todo momento durante la realización del presente estudio, tanto para los participantes como para cualquier persona involucrada en su ejecución y en la provisión de servicios necesarios (59).

Además, se siguieron los procedimientos de microbiología clínica y los criterios de bioseguridad recomendados por el laboratorio, dada la naturaleza de la investigación. Por otro lado, se garantizará el cumplimiento de las normas de derechos de autor del formato Vancouver.

## CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

### 4.1. Resultados

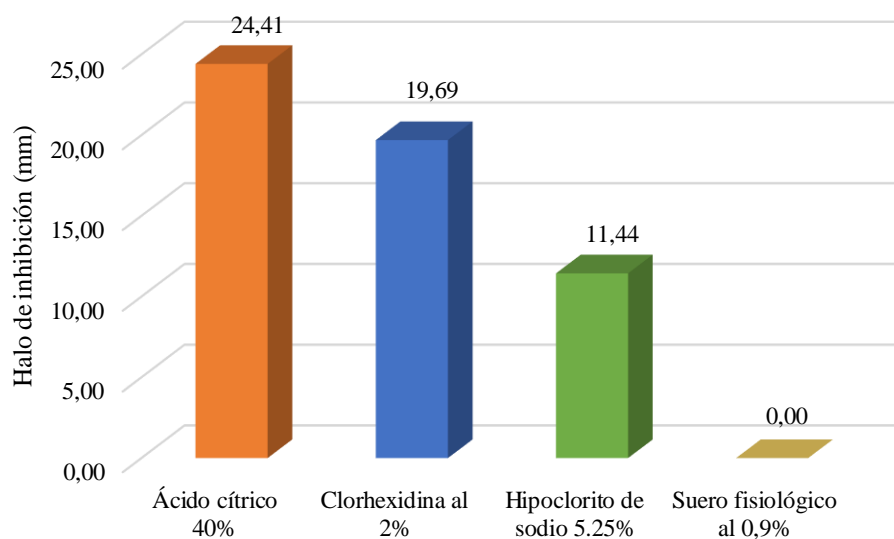
#### 4.1.1. Análisis descriptivo de los resultados

**Tabla 1.** Efectividad antibacteriana de los compuestos irrigantes de prueba (n=20) frente a *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 a las 24 horas.

Periodo de Tiempo	$\bar{X}$ (mm)	DE	Min	Máx.
Ácido cítrico al 40%	24.41	2.18	21.28	28.25
Hipoclorito de sodio 5.25%	11.44	2.05	8.57	16.24
Digluconato de Clorhexidina al 2%	19.39	1.18	17.45	22.31
Suero fisiológico al 0,9%	0,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: elaboración propia

**Gráfico 1.** Efectividad antibacteriana de compuestos irrigantes de prueba (n=20) frente a *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 a las 24 horas.



Fuente: elaboración propia

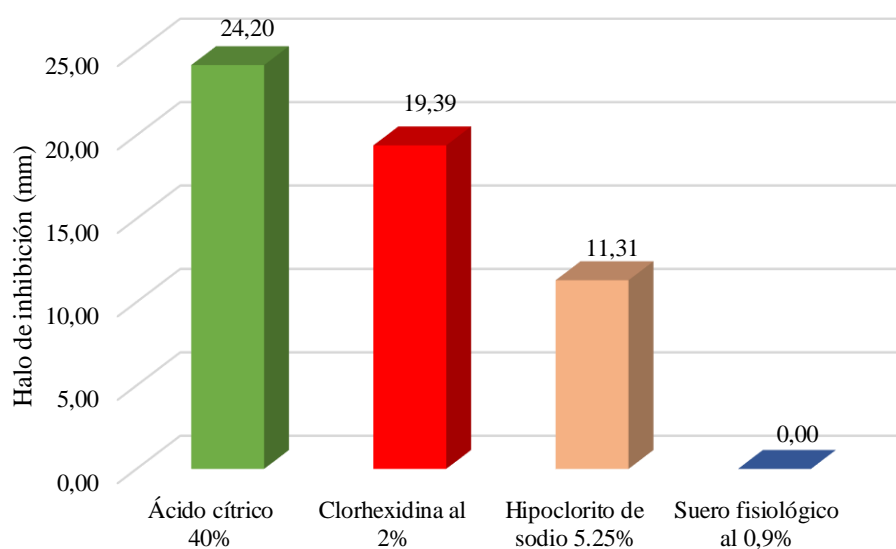
En la gráfica 1 y tabla 1, se observa que el ácido cítrico al 40% tiene el mayor promedio ( $24,41 \pm 2,18\text{mm}$ ) con respecto a las demás irrigantes de prueba frente a *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 a las 24 horas de incubación.

**Tabla 2.** Efectividad antibacteriana de los compuestos irrigantes de prueba ( $n=20$ ) frente a *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 a las 48 horas.

Periodo de Tiempo	$\bar{X}$ (mm)	DE	Min	Máx.
Ácido cítrico al 40%	24.20	2.10	21.17	28.14
Hipoclorito de sodio 5.25%	11.31	2.04	8.41	16.12
DIGluconato de Clorhexidina al 2%	19.39	1.29	16.73	22.20
Suero fisiológico al 0,9%	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: elaboración propia

**Gráfico 2.** Efectividad antibacteriana de los compuestos irrigantes de prueba ( $n=20$ ) frente a *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 a las 48 horas.



Fuente: elaboración propia



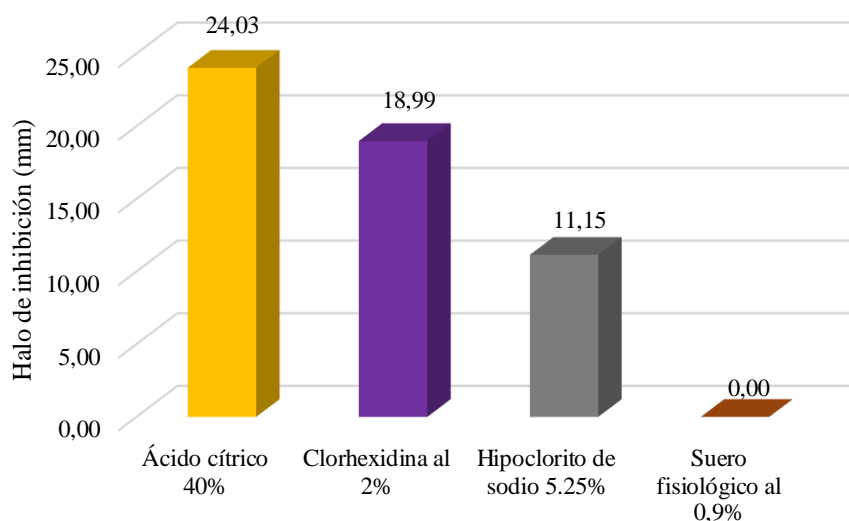
En el gráfico 2 y tabla 2, se observa que el ácido cítrico al 40% tiene el mayor promedio ( $24,20 \pm 2,10\text{mm}$ ) con respecto a las demás pastas de prueba frente a *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 a las 48 horas de incubación.

**Tabla 3.** Efectividad antibacteriana de los compuestos irrigantes de prueba ( $n=20$ ) frente a *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 a las 72 horas.

Periodo de Tiempo	$\bar{X}$ (mm)	DE	Min	Máx.
Ácido cítrico al 40%	24.03	2.10	20.98	28.02
Hipoclorito de sodio 5.25%	11.15	2.05	8.30	16.06
Dlgluconato de Clorhexidina al 2%	18.99	1.53	15.38	21.94
Suero fisiológico al 0,9%	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: elaboración propia

**Gráfico 3.** Efectividad antibacteriana de los compuestos irrigantes de prueba ( $n=20$ ) frente a *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 a las 72 horas.



Fuente: elaboración propia

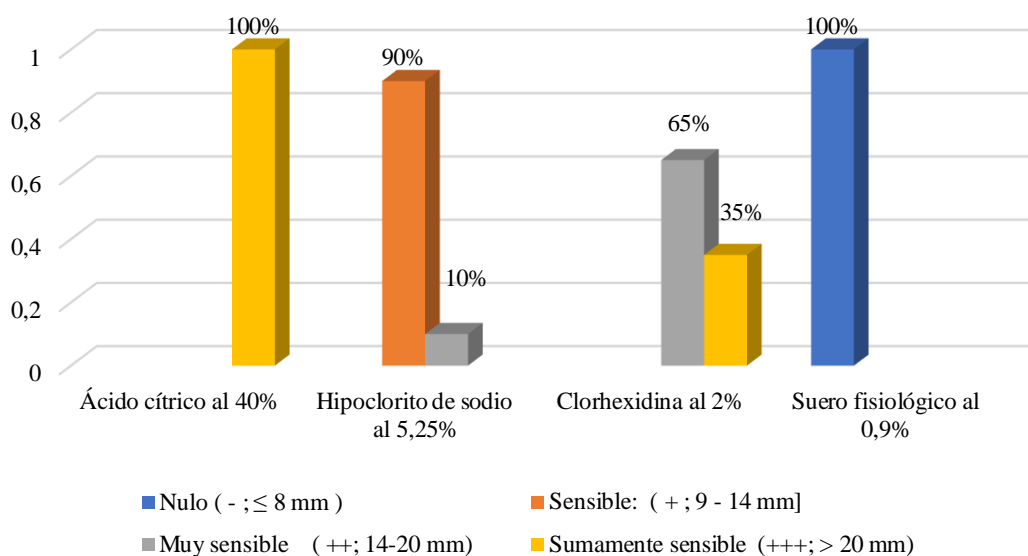
En el gráfico 3 y tabla 3, se observa que el ácido cítrico al 40% tiene el mayor promedio ( $24,03 \pm 2,10\text{mm}$ ) con respecto a las demás pastas de prueba frente a *Streptococcus mutans* ATCC 29212 a las 72 horas de incubación.

**Tabla 4.** Resultados de los compuestos irrigantes de prueba de acuerdo con la Escala de Duraffourd respecto a la medición de los halos de inhibición a las 24 horas en agar Mueller Hinton (n=20)

	Nulo (-; ≤ 8 mm)	Sensible: (+; 9 - 14 mm]	Muy sensible (++; 14-20 mm)	Sumamente sensible (+++; > 20 mm)
Ácido cítrico al 40%	0%	0%	0%	100%
Hipoclorito de sodio al 5,25%	0%	90%	10%	0%
Clorhexidina al 2%	0%	0%	65%	35%
Suero fisiológico al 0,9%	100%	0%	0%	0%

Fuente: elaboración propia

**Gráfico 4.** Resultados de los compuestos irrigantes de prueba de acuerdo con la Escala de Duraffourd respecto a la medición de los halos de inhibición a las 24 horas en agar Mueller Hinton (n=20).



Fuente: elaboración propia

En la tabla y gráfico 4, se observa que el efecto antibacteriano del ácido cítrico al 40% es alto (+++), lo cual indica que *Enterococcus faecalis* es sumamente sensible a este irrigante a las 24 horas. Además, se puede observar que *E. faecalis* es muy sensible (65%) y

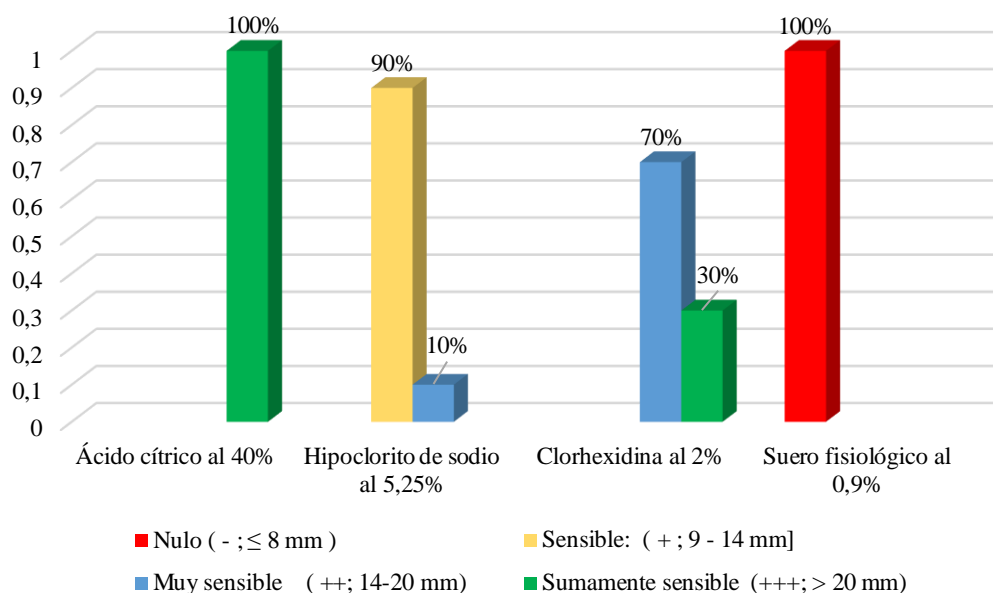
sumamente sensible (35%) al digluconato de clorhexidina al 2% en este periodo de tiempo.

**Tabla 5.** Resultados de los compuestos irrigantes de prueba de acuerdo con la Escala de Duraffourd respecto a la medición de los halos de inhibición a las 48 horas en agar Mueller Hinton (n=20)

	Nulo (-; ≤ 8 mm)	Sensible: (+; 9 - 14 mm]	Muy sensible (++; 14-20 mm)	Sumamente sensible (+++; > 20 mm)
Ácido cítrico al 40%	0%	0%	0%	100%
Hipoclorito de sodio al 5,25%	0%	90%	10%	0%
Clorhexidina al 2%	0%	0%	70%	30%
Suero fisiológico al 0,9%	100%	0%	0%	0%

Fuente: elaboración propia

**Gráfico 5.** Resultados de los compuestos irrigantes de prueba de acuerdo con la Escala de Duraffourd respecto a la medición de los halos de inhibición a las 48 horas en agar Mueller Hinton (n=20)



Fuente: elaboración propia

En la tabla y gráfico 5, se observa que el efecto antibacteriano del ácido cítrico al 40% sigue siendo alto (+++), lo cual indica que *Enterococcus faecalis* es sumamente sensible

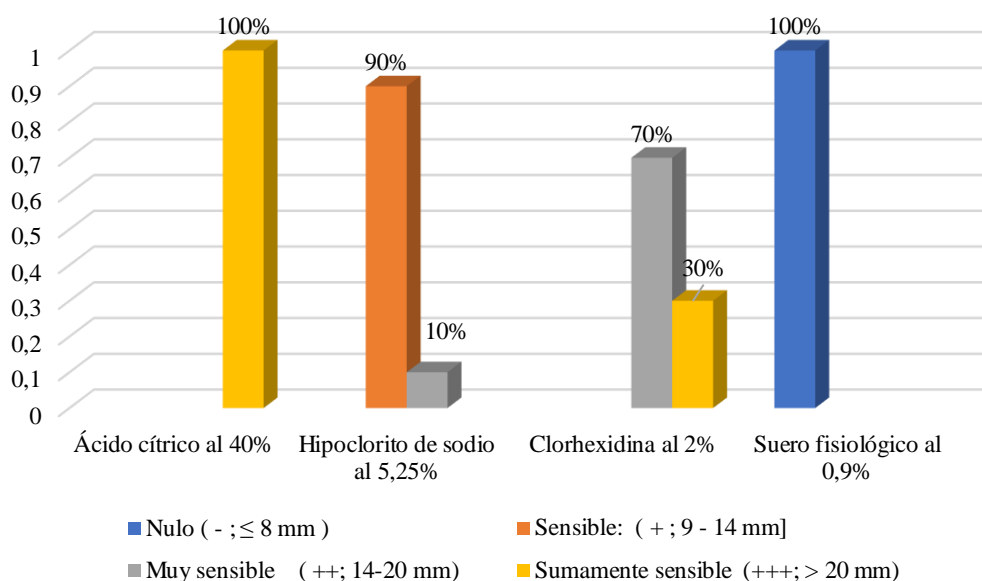
a este irrigante a las 48 horas. Además, se puede observar que *E. faecalis* es muy sensible (70%) y sumamente sensible (30%) al digluconato de clorhexidina al 2% en este periodo de tiempo.

**Tabla 6.** Resultados de los compuestos irrigantes de prueba de acuerdo con la Escala de Duraffourd respecto a la medición de los halos de inhibición a las 72 horas en agar Mueller Hinton (n=20)

	Nulo (-; ≤ 8 mm)	Sensible: (+; 9 - 14 mm]	Muy sensible ( ++; 14-20 mm)	Sumamente sensible (+++; > 20 mm)
Ácido cítrico al 40%	0%	0%	0%	100%
Hipoclorito de sodio al 5,25%	0%	90%	10%	0%
Clorhexidina al 2%	0%	0%	70%	30%
Suero fisiológico al 0,9%	100%	0%	0%	0%

Fuente: elaboración propia

**Gráfico 6.** Resultados de los compuestos irrigantes de prueba de acuerdo con la Escala de Duraffourd respecto a la medición de los halos de inhibición a las 72 horas en agar Mueller Hinton (n=20)



Fuente: elaboración propia

En la tabla y gráfico 6, se observa que el efecto antibacteriano del ácido cítrico al 40% es alto (+++), lo cual indica que *Enterococcus faecalis* es sumamente sensible a este irrigante a las 72 horas. Además, se puede observar que *E. faecalis* es sensible (90%) y muy sensible (10%) al hipoclorito de sodio al 5,25% en este periodo de tiempo.

## ANÁLISIS DE NORMALIDAD DE RESULTADOS

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

**Tabla 7.** *Análisis de Normalidad por Shapiro Wilk (n=20) de las pastas de prueba frente Enterococcus faecalis ATCC 29212 a las 24, 48 y 72 horas*

Sustancia de prueba	Valor p		
	24 horas	48 horas	72 horas
Ácido cítrico al 40%	0,230	0,357	0,310
Hipoclorito de sodio 5.25%	0,173	0,178	0,184
Digluconato de Clorhexidina al 2%	0,881	0,991	0,805

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

Fuente: elaboración propia

De la **tabla 7**, se infiere que el conjunto de resultados de los halos de inhibición de las pastas de prueba a las 24, 48 y 72 horas de incubación frente a *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 presentan una distribución normal para el ácido cítrico al 40% ( $p > 0,05$ ), hipoclorito de sodio al 5,25% ( $p > 0,05$ ) y digluconato de clorhexidina al 2% ( $p > 0,05$ ). Se puede concluir que como se presentan grupos de datos con distribución normal, se recomienda usar estadísticos paramétricos para analizar los resultados como las pruebas de ANOVA y homogeneidad de varianzas.

## ANALISIS DE VARIANZA DE UN FACTOR (ANOVA) Y PRUEBA POST HOC DE TUKEY

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

**Tabla 8.** Media y desviación estándar ( $n=20$ ) de los halos de inhibición (mm) de pastas de prueba en estudio frente a *Enterococcus faecalis* ATCC 29212

Periodo de Tiempo	X (mm) $\pm$ DE			Valor p
	Ácido cítrico al 40%	Hipoclorito de sodio 5.25%	Digluconato de Clorhexidina 2%	ANOVA
24 horas	24,41 $\pm$ 2,18 <sup>a</sup>	11,44 $\pm$ 2,05 <sup>b</sup>	19,69 $\pm$ 1,18 <sup>c</sup>	<0.001
48 horas	24,20 $\pm$ 2,10 <sup>a</sup>	11,31 $\pm$ 2,04 <sup>b</sup>	19,39 $\pm$ 1,29 <sup>c</sup>	
72 horas	24,03 $\pm$ 2,10 <sup>a</sup>	11,15 $\pm$ 2,05 <sup>b</sup>	18,99 $\pm$ 1,53 <sup>c</sup>	

Nivel de significancia  $\alpha=0,05$ ; Prueba Post hoc de Tukey (Comparaciones múltiples) para varianzas homogéneas: Superíndices diferentes indican que existe diferencia significativa entre los resultados de las pastas de prueba.

Fuente: elaboración propia

Según la tabla 8, se puede observar que existe diferencias significativas entre los grupos de resultados por la prueba de ANOVA ( $p<0,001$ ) a las 24, 48 y 72 horas de incubación. Sin embargo, se observa que los resultados intragrupo de ácido cítrico al 40%, hipoclorito de sodio al 5,25% y digluconato de clorhexidina al 2% ( $p>0,05$ ) no existió diferencias significativas a las 24, 48 ni a las 72 horas de incubación. Además, se demuestra que el ácido cítrico al 40% tiene mayor efectividad que el hipoclorito de sodio al 5,25% y el digluconato de clorhexidina al 2% en los tres tiempos evaluados ( $p<0,05$ , Comparaciones múltiples prueba post hoc Tukey).

#### 4.1.2 Estadística inferencial

##### ANÁLISIS MUESTRAS INDEPENDIENTES

##### ANÁLISIS U DE MANN WHITNEY

Se aplica para saber si existen diferencias significativas entre los grupos entre sí a las 24, 48 y 72 horas.

**Tabla 9.** *Diferencias entre resultados de los compuestos irrigantes de prueba según Escala de Duraffourd*

Diferencias entre resultados de las Sustancias de prueba según Escala de Duraffourd	P Valor		
	24 horas	48 horas	72 horas
Suero fisiológico al 0,9% e Hipoclorito de sodio al 5,25%	<0,001	<0,001	<0,001
Suero fisiológico al 0,9% y Digluconato de clorhexidina al 2%	<0,001	<0,001	<0,001
Suero fisiológico al 0,9% y Ácido cítrico al 40%	<0,001	<0,001	<0,001
Digluconato de clorhexidina al 2% y Ácido cítrico al 40%	<0,001	<0,001	<0,001
Digluconato de clorhexidina al 2% y Hipoclorito de sodio al 5,25%	<0,001	<0,001	<0,001
Ácido cítrico al 40% y Hipoclorito de sodio al 5,25%	<0,001	<0,001	<0,001

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

Fuente: elaboración propia

Según la tabla 9, se puede observar que existen diferencias significativas entre el suero fisiológico al 0,9% (control negativo) y las sustancias de prueba como el digluconato de clorhexidina ( $p<0,001$ ), ácido cítrico al 40% ( $p<0,001$ ) e hipoclorito de sodio al 5,25% ( $p<0,001$ ) a las 24, 48 y 72 horas.

## Prueba de hipótesis

### Hipótesis general:

**Hi:** Los compuestos irrigantes presentan efecto antibacteriano frente a cepa de *Enterococcus faecalis*.

**Ho:** Los compuestos irrigantes no presentan efecto antibacteriano frente a cepa de *Enterococcus faecalis*.

Según las tablas 4, 5 y 6, se puede observar que los irrigantes a base de ácido cítrico al 40%, hipoclorito de sodio al 5,25% y digluconato de clorhexidina al 2% están, según Escala de Duraffourd, en clasificación de “sensible”, “muy sensible” y “sumamente sensible” frente a *E. faecalis* en las 24, 48 y 72 horas de estudio. Por lo cual, se comprueba la hipótesis alternativa sobre el efecto antibacteriano de los compuestos irrigantes sobre *Enterococcus faecalis*.

### Hipótesis específicas

**Hi<sup>1</sup>:** Los compuestos irrigantes empleando hipoclorito de sodio al 5.25% presentan efecto antibacteriano frente a cepa de *Enterococcus faecalis*.

**Ho<sup>1</sup>:** Los compuestos irrigantes empleando hipoclorito de sodio al 5.25% no presentan efecto antibacteriano frente a cepa de *Enterococcus faecalis*.

Según las tablas 4, 5 y 6, se puede observar que los halos de inhibición a las 24, 48 y 72 horas de estudio del hipoclorito de sodio al 5,25% están, según Escala de Duraffourd, en clasificación de “sensible” frente a *Enterococcus faecalis*. Por lo cual, se comprueba la hipótesis alternativa específica 1, la cual considera un efecto antibacteriano frente a cepa de *Enterococcus faecalis*.



**Hi<sup>2</sup>:** Los compuestos irrigantes empleando ácido cítrico al 40% presentan efecto antibacteriano frente a cepa de *Enterococcus faecalis*.

**Ho<sup>2</sup>:** Los compuestos irrigantes empleando ácido cítrico al 40% no presentan efecto antibacteriano frente a cepa de *Enterococcus faecalis*.

Según las tablas 4, 5 y 6, se puede observar que los halos de inhibición a las 24, 48 y 72 horas de estudio del irrigante a base ácido cítrico al 40% están, según Escala de Duraffourd, en clasificación “sumamente sensible” frente a *Enterococcus faecalis*. Por lo cual, se comprueba la hipótesis alternativa específica 2, la cual considera un efecto antibacteriano del ácido cítrico al 40% frente a cepa de *Enterococcus faecalis*.

**Hi<sup>3</sup>:** Los compuestos irrigantes empleando gluconato de clorhexidina 2% presentan efecto antibacteriano frente a cepa de *Enterococcus faecalis*.

**Ho<sup>3</sup>:** Los compuestos irrigantes empleando gluconato de clorhexidina 2% no presentan efecto antibacteriano frente a cepa de *Enterococcus faecalis*.

Según las tablas 4, 5 y 6, se puede observar que los halos de inhibición a las 24, 48 y 72 horas de estudio del irrigante a base de digluconato de clorhexidina 2% están, según Escala de Duraffourd, en clasificación de “muy sensible” y “sumamente sensible” frente a *Enterococcus faecalis*. Por lo cual, se comprueba la hipótesis alternativa específica 3, la cual considera un efecto antibacteriano del digluconato de clorhexidina 2% frente a cepa de *Enterococcus faecalis*.

## 4.2. Discusión de resultados

El objetivo general de esta investigación fue determinar el efecto antibacteriano de diferentes compuestos irrigantes frente a la cepa de *Enterococcus faecalis*. Los resultados obtenidos muestran que los compuestos irrigantes evaluados, a saber, ácido cítrico al 40%, hipoclorito de sodio al 5,25% y digluconato de clorhexidina al 2%, presentan efecto antibacteriano frente a esta cepa.

En base a la Escala de Duraffourd utilizada para clasificar el efecto antibacteriano, se encontró que el ácido cítrico al 40% mostró una sensibilidad "sensible", el hipoclorito de sodio al 5,25% fue clasificado como "muy sensible" y el digluconato de clorhexidina al 2% fue categorizado como "sumamente sensible", estos resultados indican que los tres compuestos evaluados son efectivos para inhibir el crecimiento de *E. faecalis*.

Los resultados obtenidos en esta investigación coinciden con los hallazgos de otros autores. Por ejemplo, los estudios de Mosqueira y Escobar (12) encontraron que el hipoclorito de sodio al 5% y la clorhexidina al 5% son altamente efectivos para inhibir el desarrollo bacteriano de *E. faecalis*. Además, los resultados de esta investigación también demostraron la eficacia de la clorhexidina al 2% en la inhibición del crecimiento bacteriano.

Asimismo, el estudio de Singh et al. (18) respalda los resultados obtenidos en esta investigación al demostrar que el hipoclorito de sodio al 5% y la clorhexidina al 2% presentan efecto antimicrobiano sobre la cepa de *E. faecalis*. Además, se observó que a medida que aumenta la concentración de estos compuestos, aumenta su eficacia antimicrobiana.

Por otro lado, los resultados de Pinheiro et al. (20) también respaldan los hallazgos de esta investigación al demostrar que tanto el hipoclorito de sodio como la clorhexidina y el agua ozonizada tienen una actividad antimicrobiana similar.

En cuanto al primer objetivo específico, el cual fue determinar el efecto antibacteriano del hipoclorito de sodio al 5.25% como compuesto irrigante frente a la cepa de *Enterococcus faecalis*. Los resultados obtenidos mostraron que el hipoclorito de sodio al 5.25% presenta un efecto antibacteriano, ya que se observó un promedio de  $11.44 \pm 2.05$  mm de diámetro de halos de inhibición en los tres tiempos de evaluación, lo que lo clasifica según la Escala de Duraffourd como "sensible" frente a *Enterococcus faecalis*.

Los hallazgos de esta investigación coinciden con los resultados de otros autores. Por ejemplo, Gómez et al. (13) encontraron que el hipoclorito de sodio al 2.5% también tiene una eficacia antimicrobiana frente a *E. faecalis*, aunque no se encontraron diferencias significativas entre los grupos de hipoclorito evaluados. Esto respalda la eficacia del hipoclorito de sodio como agente antibacteriano contra esta cepa bacteriana. Además, el estudio de Cornejo (15) reveló que el hipoclorito de sodio al 5.25% presenta un mayor impacto antibacteriano in vitro sobre *E. faecalis* a las 24 horas de exposición, mientras que la tara al 40% tiene un mayor impacto a las 48 horas. Estos resultados sugieren que la eficacia del hipoclorito de sodio puede variar dependiendo del tiempo de exposición, lo cual es importante tener en cuenta al seleccionar el tiempo de irrigación en el tratamiento endodóntico.

En lo que respecta al segundo objetivo específico de determinar el efecto antibacteriano del ácido cítrico al 40% como compuesto irrigante frente a la cepa de *Enterococcus faecalis*. Los resultados obtenidos muestran que el ácido cítrico al 40% presenta un efecto antibacteriano significativo, ya que se observó un promedio de 24.41

$\pm 2.18$  mm de diámetro de halos de inhibición en los tres tiempos de evaluación. Estos resultados, según la Escala de Duraffourd, clasifican al ácido cítrico como "sumamente sensible" frente a *Enterococcus faecalis*, demostrando su capacidad para inhibir el crecimiento de esta cepa bacteriana.

Los hallazgos de esta investigación concuerdan con el estudio realizado por Giardino et al. (16), quienes también encontraron que el ácido cítrico presenta valiosas propiedades antimicrobianas y logra reducir significativamente la carga bacteriana en comparación con el grupo de control positivo. Sin embargo, Giardino y colaboradores señalan que el ácido cítrico, tanto en soluciones sin diluir como diluidas, puede mostrar toxicidad severa y afectar la morfología normal de las células. Es importante tener en cuenta este aspecto ya que el tratamiento endodóntico implica el contacto directo del irrigante con los tejidos periapicales y la pulpa dental, por lo que cualquier efecto citotóxico debe ser considerado y evaluado cuidadosamente.

Es fundamental destacar que, aunque el ácido cítrico al 40% demostró un efecto antibacteriano "sumamente sensible" en esta investigación, su uso clínico debe llevarse a cabo con precaución y siguiendo las dosis y protocolos recomendados. Es posible que una concentración más alta del ácido cítrico pueda tener un efecto más potente sobre la cepa de *E. faecalis*, pero también podría aumentar el riesgo de citotoxicidad y daño a los tejidos. Además, es importante considerar que la eficacia del ácido cítrico como compuesto irrigante puede depender de varios factores, incluyendo el tiempo de exposición, la técnica de irrigación utilizada y las características específicas de la infección y del paciente.

Por último, en cuanto al tercer objetivo específico, sobre determinar el efecto antibacteriano del gluconato de clorhexidina al 2% como compuesto irrigante frente a la cepa de *Enterococcus faecalis*. Los resultados obtenidos mostraron que el gluconato

de clorhexidina al 2% presenta un efecto antibacteriano significativo, ya que se observó un promedio de  $19.39 \pm 1.18$  mm de diámetro de halos de inhibición en los tres tiempos de evaluación. Según la Escala de Duraffourd, este valor clasifica al gluconato de clorhexidina como "muy sensible" frente a *Enterococcus faecalis*, demostrando su capacidad para inhibir el crecimiento de esta cepa bacteriana.

Los hallazgos de esta investigación concuerdan con los resultados encontrados por Rondan (11), quien también demostró que la clorhexidina al 2% tiene la mayor capacidad antimicrobiana in vitro frente a *E. faecalis*. Estos resultados respaldan la eficacia del gluconato de clorhexidina como compuesto irrigante en el tratamiento de infecciones endodónticas causadas por esta bacteria.

Además, el estudio de Savitri et al. (19) también respalda los hallazgos de esta investigación al demostrar que la solución de clorhexidina al 2% logró el tamaño de zona más alto y unidades formadoras de colonias bacterianas mínimas, en comparación con el agua ozonizada que mostró una eficacia inferior. Estos resultados sugieren que la clorhexidina al 2% es un irrigante endodóntico más eficaz con un potencial antimicrobiano máximo en comparación con otros compuestos.

En conjunto, estos resultados sugieren que el ácido cítrico al 40%, el hipoclorito de sodio al 5,25% y el digluconato de clorhexidina al 2% son efectivos para inhibir el crecimiento de la cepa de *E. faecalis*. Estos hallazgos son importantes en el campo de la endodoncia, ya que esta bacteria se encuentra comúnmente en las infecciones endodónticas y su erradicación es fundamental para el éxito de los tratamientos.

Sin embargo, es importante destacar que cada compuesto tiene sus propias ventajas y limitaciones, y la elección del irrigante debe basarse en las necesidades específicas de cada caso clínico, así como en la tolerancia y preferencia del paciente. Además, es

necesario realizar más investigaciones para explorar a fondo los mecanismos de acción de estos compuestos y su eficacia en diferentes condiciones clínicas.

## CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

#### **Primero:**

Los compuestos irrigantes evaluados presentan efecto antibacteriano frente a cepa de *Enterococcus faecalis*. Esto se demostró de acuerdo con la Escala de Duraffourd, en la cual, los compuestos irrigantes a base de ácido cítrico al 40%, hipoclorito de sodio al 5,25% y digluconato de clorhexidina al 2%, obtuvieron promedios del diámetro de sus halos de inhibición que los clasificaron dentro de las categorías de “sensible”, “muy sensible” y “sumamente sensible”, respectivamente.

#### **Segundo:**

Los compuestos irrigantes a base de hipoclorito de sodio al 5,25% presentaron un promedio de  $11,44 \pm 2,05$  mm de diámetro de halos de inhibición en los tres tiempos de evaluación; por lo que, según Escala de Duraffourd, se clasificó como “sensible” demostrando su efecto antibacteriano frente a *Enterococcus faecalis*.

#### **Tercero:**

Los compuestos irrigantes a base ácido cítrico al 40% presentaron un promedio de  $24,41 \pm 2,18$  mm de diámetro de halos de inhibición en los tres tiempos de evaluación; por lo que, según Escala de Duraffourd, se clasificó como “sumamente sensible” demostrando su efecto antibacteriano frente a *Enterococcus faecalis*.

**Cuarto:**

Los compuestos irrigantes a base digluconato de clorhexidina 2% presentaron un promedio de  $19,39 \pm 1,18$  mm de diámetro de halos de inhibición en los tres tiempos de evaluación; por lo que, según Escala de Duraffourd, se clasificó como “muy sensible”, demostrando su efecto antibacteriano frente a *Enterococcus faecalis*.

**5.2. Recomendaciones****Primero:**

Considerando que los compuestos irrigantes a base de ácido cítrico al 40%, hipoclorito de sodio al 5,25%, y digluconato de clorhexidina al 2% demostraron efecto antibacteriano frente a la cepa de *Enterococcus faecalis*, se sugiere que en tratamientos endodónticos se puedan emplear estos compuestos de manera efectiva para eliminar o reducir la carga bacteriana en el canal radicular. Sin embargo, es importante que el profesional de la odontología evalúe las características específicas de cada caso clínico y considere posibles efectos adversos y contraindicaciones asociadas con el uso de cada compuesto antes de realizar la elección del irrigante.

**Segundo:**

Se recomienda utilizar hipoclorito de sodio al 5,25%, así como, ajustar el tiempo de exposición y la técnica de irrigación adecuada para maximizar su efecto antibacteriano. Además, se aconseja monitorear de cerca las posibles reacciones adversas o citotóxicas que pudieran surgir, especialmente en aquellos pacientes con mayor sensibilidad o susceptibilidad a los efectos del hipoclorito de sodio.



**Tercero:**

Se sugiere su utilización de ácido cítrico al 40% como compuesto irrigante en tratamientos endodónticos para eliminar o reducir la carga bacteriana. Sin embargo, debido a su potencial citotóxico, se recomienda que el profesional tome medidas de precaución y evalúe cuidadosamente las concentraciones y tiempos de exposición para minimizar cualquier efecto adverso sobre los tejidos periapicales y la pulpa dental.

**Cuarto:**

Se recomienda promover la educación y capacitación de los profesionales de la odontología en el uso adecuado del digluconato de clorhexidina al 2% como compuesto irrigante. Los profesionales deben estar informados sobre las concentraciones adecuadas, los tiempos de exposición y las técnicas de irrigación adecuadas para maximizar su efecto antibacteriano sin comprometer la seguridad de los pacientes.

**Quinto:**

Dentro de las opciones evaluadas, el ácido cítrico al 40% emerge como una alternativa interesante. Sus propiedades antibacterianas efectivas, como se evidenció en el estudio, respaldan su consideración como un compuesto irrigante potencialmente valioso en prácticas clínicas y procedimientos médicos. Además, su naturaleza menos corrosiva en comparación con otros compuestos tradicionalmente utilizados en odontología podría constituir una ventaja adicional. No obstante, es esencial tener en cuenta que el ácido cítrico puede tener limitaciones en términos de su espectro de acción y la posibilidad de efectos adversos en ciertos escenarios. Por lo tanto, es recomendable que futuras

investigaciones se enfoquen en explorar en mayor profundidad tanto las ventajas como las desventajas del ácido cítrico al 40% como compuesto irrigante.

## REFERENCIAS

1. de Brito L, Doolittle J, Lee C, Moss K, Bambirra W, Tavares W, et al. The apical root canal system microbial communities determined by next-generation sequencing. *Sci Rep.* 2020;10(10932):1–8.
2. Kim M, Rosa V, Min K. Characterization of *Enterococcus faecalis* in different culture conditions. *Sci Rep.* 2020;10(1):1–8.
3. Alghamdi F, Shakir M. The Influence of *Enterococcus faecalis* as a Dental Root Canal Pathogen on Endodontic Treatment: A Systematic Review. *Cureus.* 2020;12(3):e7257.
4. Seguel N, Quezada M, González G, Bello H, Sánchez G. Antibiotic Resistance of *Enterococcus faecalis* from Persistent Endodontic Infections. *Int J Odontostomatol.* 2020;14(3):448–56.
5. Özsezer E, Kalyoncuoğlu E, Duran E, Yilmaz A, Tanriverdi Y. Efficacy of different instrumentation techniques on reducing *Enterococcus faecalis* infection in experimentally infected root canals. *J Dent Sci.* 2014;9(1):23–8.
6. El-Telbany M, El-Didamony G, Askora A, Ariny E, Abdallah D, Connerton I, et al. Bacteriophages to control multi-drug resistant *enterococcus faecalis* infection of dental root canals. *Microorganisms.* 2021;9(3):517.
7. Afrasiabi S, Chiniforush N. An in vitro study on the efficacy of hydrogen peroxide mediated high-power photodynamic therapy affecting *Enterococcus faecalis* biofilm formation and dispersal. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2023;41(103310):1–6.

8. Kapralos V, Koutroulis A, Ørstavik D, Sunde PT, Rukke HV. Antibacterial Activity of Endodontic Sealers against Planktonic Bacteria and Bacteria in Biofilms. *J Endod.* 2018;44(1):149–54.
9. Afrasiabi S, Chiniforush N. Antibacterial potential of riboflavin mediated blue diode laser photodynamic inactivation against *Enterococcus faecalis*: A laboratory investigation. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2023;41(103291):1–6.
10. Zahran S, Patel S, Koller G, Mannocci F. The impact of an enhanced infection control protocol on molar root canal treatment outcome – a randomized clinical trial. *Int Endod J.* 2021;54(11):1993–2005.
11. Calderón Cabrera A. Evaluación in vitro del efecto antimicrobiano del yoduro de potasio yodado al 2% frente a la clorhexidina 2% como solución antiséptica en los tratamientos de conductos con *Enterococcus faecalis* en el laboratorio de la universidad nacional de Trujillo 2019. Tesis. 2019.
12. Mosqueira A, Escobar J. Efectividad Antibacteriana in Vitro Del Hipoclorito. Universidad Andina del Cusco; 2021.
13. Gómez C, Salcedo-Moncada D, Ayala G, Watanabe R, Pineda M, Alvítez-Temoche D, et al. Antimicrobial efficacy of calcium and sodium hypochlorite at different concentrations on a biofilm of *enterococcus faecalis* and *candida albicans*: An in vitro comparative study. *J Contemp Dent Pract.* 2020;21(2):178–82.
14. Arias Menacho G. “Evaluación in vitro de la eficacia antibacteriana en la PBM de la técnica del sistema reciproc modificado con irrigación continua con hipoclorito de sodio al 2.5% , clorhexidina al 2 % y cloruro de sodio al 0.9%

- frente a una cepa de enterococcus faecalis. *Artic Financ Distress*. 2019;Financial Distress.
15. Cornejo Huanacune R. Estudio comparativo in vitro sobre la eficacia antibacteriana del extracto alcohólico de caesalpinia spinosa (tara) al 40% y el hipoclorito de sodio al 5,25%; a las 24 y 48 horas, sobre el enterococcus faecalis. *Artic Financ Distress*. 2019;Financial Distress.
  16. Giardino L, Generali L, Savadori P, Barros MC, de Melo Simas LL, Pytko-Polończyk J, et al. Can the Concentration of Citric Acid Affect Its Cytotoxicity and Antimicrobial Activity? *Dent J*. 2022;10(8):1–13.
  17. Kranz S, Guellmar A, Braeutigam F, Tonndorf-Martini S, Heyder M, Reise M, et al. Antibacterial effect of endodontic disinfections on enterococcus faecalis in dental root canals—an in-vitro model study. *Materials (Basel)*. 2021;14(9).
  18. Singh M, Singh S, Salgar AR, Prathibha N, Chandrahari N, Swapna LA. An In Vitro Comparative Evaluation of Antimicrobial Efficacy of Propolis, Morinda Citrifolia Juice, Sodium Hypochlorite and Chlorhexidine on Enterococcus faecalis and Candida albicansNo Title. *J Contemp Dent Pract*. 2019.
  19. Savitri D, Shetty S, Sharath Chandra S, Jayalakshmi K, Gowda M, Rai N, et al. Efficacy of ozonated water, 2% chlorhexidine and 5.25% sodium hypochlorite on five microorganisms of endodontic infection: In vitro study. *Adv Hum Biol*. 2018;8(1):19.
  20. Rosalin Hongsathavijl , Yosvimol Kuphasuk1 KR. Effectiveness of platelet-rich fibrin in the management of pain and delayed wound healing. *Eur J Dent*. 2017;11(4):192–5.

21. Engelage E, Reinhard D, Huber S. Is There a Single Ideal Parameter for Halogen-Bonding-Based Lewis Acidity? *Chem - A Eur J*. 2020;26(17):3843–61.
22. Weiss F, Chawaguta A, Märk T, Mayhew C, Schiller A. Investigation of several halogenated organic compounds reacting with O<sub>2</sub><sup>+</sup> using selective reagent ion-time-of-flight-mass spectrometry. *Int J Mass Spectrom*. 2023;488(117042):1–5.
23. Olofsson B, Marek I, Rappoport Z. *The Chemistry of Hypervalent Halogen Compounds*. John Wiley & Sons.; 2019.
24. Berger G, Frangville P, Meyer F. Halogen bonding for molecular recognition: new developments in materials and biological sciences. *Chem Commun*. 2020;56(37):4970–81.
25. Kandaswamy D, Venkateshbabu N. Root canal irrigants. *J Conserv Dent*. 2010;13(4):256–264.
26. Bettina B, Gevik M. Update of Endodontic Irrigating Solutions. *Endod Top*. 2013;27(1):74–102.
27. Mohammadi Z, Shalavi S, Kinoshita J-I, Giardino L, Gutmann JL, Rad SAB, et al. A review on root canal irrigation solutions in endodontics. *J Dent Mater Tech*. 2021;10(3):121–32.
28. Tavares S, Pintor A, de Almeida C, Magno M, Montemezzi P, Sacco R, et al. Effect of different root canal irrigant solutions on the release of dentin-growth factors: A systematic review and meta-analysis. *Materials (Basel)*. 2021;14(19):5829.
29. Kapralos V, Sunde P, Camilleri J, Morisbak E, Koutroulis A, Ørstavik D, et al.

- Effect of chlorhexidine digluconate on antimicrobial activity, cell viability and physicochemical properties of three endodontic sealers. *Dent Mater.* 2022;38(6):1044–59.
30. Dotto L, Sarkis R, Bacchi A, Rocha G. Effect of Root Canal Irrigants on the Mechanical Properties of Endodontically Treated Teeth: A Scoping Review. *J Endod.* 2020;46(5):596-604.e3.
31. Gonçalves L, Rodrigues R, Andrade C, Soares R, Vettore M. The effect of sodium hypochlorite and chlorhexidine as irrigant solutions for root canal disinfection: A systematic review of clinical trials. *J Endod.* 2016;42(4):527–32.
32. Uzunoglu E, Yilmaz Z, Erdogan O, Görduysus M. Final irrigation regimens affect fracture resistance values of root-filled teeth. *J Endod.* 2016;42(3):493–5.
33. Yahya E, Jamel R. Nanoparticles as Endodontic Irrigation : An Update Overview. *Al-Rafidain Dent J.* 2023;23(1):37–52.
34. Strazzi-Sahyon H, Cintra L, Nakao J, Takamiya A, Queiroz I, Dos Santos P, et al. Cytotoxicity of root canal irrigating solutions and photodynamic therapy using curcumin photosensitizer. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2022;38(102795):1–5.
35. Mohammadi Z, Kinoshita J, Shalavi S, Mokhber A, Jafarzadeh H. December 2021 Citric Acid in Endodontics: A Review. *J Dent Mater Tech.* 2021;10(4):185–92.
36. Jain N, Garg S, Dhindsa A, Joshi S, Khatria H. Impact of 6% citric acid and endoactivator as irrigation adjuncts on obturation quality and pulpectomy outcome in primary teeth. *Pediatr Dent J.* 2019;29(2):59–65.

37. Scelza MZ, Iorio NLPP, Scelza P, Póvoa HCC, Adeodato CSR, Souza ACN, et al. Cytocompatibility and antimicrobial activity of a novel endodontic irrigant combining citric acid and chlorhexidine. *J Dent.* 2022;125(104278):1–9.
38. Brookes Z, Bescos R, Belfield L, Ali K, Roberts A. Current uses of chlorhexidine for management of oral disease: a narrative review. *J Dent.* 2020;103(103497):1–9.
39. Berezovska A, Meiller A, Marinesco S, Nedellec Y, Giroud F, Gross AJ, et al. Chlorhexidine digluconate exerts bactericidal activity vs Gram positive Staphylococci with bioelectrocatalytic compatibility: High level disinfection for implantable biofuel cells. *Bioelectrochemistry.* 2023;152(108435):1–9.
40. Singh V, Kumar R. Anti-microbial resistance : An alarming issue. *Pharma Innov J.* 2022;11(7):3695–8.
41. Singh K, Mishra A, Sharma D, Singh K. Antiviral and Antimicrobial Potentiality of Nano Drugs. *Applications of Targeted Nano Drugs and Delivery Systems: Nanoscience and Nanotechnology in Drug Delivery.* Elsevier Inc.; 2018. 343–356 p.
42. Woehrmann M, Gassner N, Bray W, Stuart J, Lokey S. HALO384: A halo-based potency prediction algorithm for high-throughput detection of antimicrobial agents. *J Biomol Screen.* 2010;15(2):196–205.
43. Costa A, De PUC. Differences of the inhibition halo of sweating using different types of botulinum toxins. *J Am Acad Dermatol.* 2014;70(5):AB151.
44. Granados L, Medrano- S, Gamboa E, Ladera M, Castañeda L, Cervantes L, et al. Antibacterial activity of *Bixa orellana* compared with *Camellia sinensis* against



- Streptococcus mutans: An in vitro comparative study. *J Int Heal*. 2023;15(2):174–83.
45. Daeschel M. Procedures to Detect Antimicrobial Activities of Microorganisms. In: *Food Biopreservatives of Microbial Origin*. 1°. Taylor & Francis; 2019. p. 57–80.
  46. Soltani S, Biron E, Ben Said L, Subirade M, Fliss I. Bacteriocin-Based Synergetic Consortia: a Promising Strategy to Enhance Antimicrobial Activity and Broaden the Spectrum of Inhibition. *Microbiol Spectr*. 2022;10(1):e00406-21.
  47. Panthee S, Paudel A, Hamamoto H, Ogasawara A, Iwasa T, Blom J, et al. Complete genome sequence and comparative genomic analysis of *Enterococcus faecalis* EF-2001, a probiotic bacterium. *Genomics*. 2021;113(3):1534–42.
  48. Kao P, Kline KA. Dr. Jekyll and Mr. Hide: How *Enterococcus faecalis* Subverts the Host Immune Response to Cause Infection. *J Mol Biol*. 2019;431(16):2932–45.
  49. Infinity Dental. Pasos del tratamiento de endodoncia: de principio a fin. *Clin Infin Dent* [Internet]. 2023; Available from: <https://clinicainfinitydental.com/pasos-del-tratamiento-de-endodoncia-de-principio-a-fin/>
  50. Colgate. Root Canal Procedure. *Salud Bucodental* [Internet]. 2018; Available from: <https://www.colgate.es/oral-health/root-canals/illustrations-root-canal-treatment-from-start-to-finish>
  51. Hernández-Sampieri R, Fernández C, Baptista M. Metodología de la

- Investigación. 6th ed. McGraw-Hill; 2014. 634 p.
52. Dunn PK. Scientific Research and Methodology: An introduction to quantitative research in science and health. 2021. 626 p.
  53. Ñaupas H, Valdivia M, Palacios J, Romero H. El Método científico. Metodología de la Investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis. 2019. 562 p.
  54. Kay C, Seladi-Schulman J. In Vivo vs. In Vitro: What Does It All Mean? Healthline. 2019.
  55. Hernández-Sampieri R, Mendoza C. Metodología de la investigación: Las rutas Cuantitativa Cualitativa y Mixta. Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. México; 2018.
  56. Dagnino J. Tipos de estudios. Rev Chil Anest. 2014;43(2):104–8.
  57. Shukla S. Concept of population and sample. In: How to Write a Research Paper? 2020. p. 1–7.
  58. Majid U. Research Fundamentals : Study Design , Population , and Sample Size. URNCST J. 2018;2(1):1–7.
  59. Fleming J, Zegwaard K. Methodologies, methods and ethical considerations for conducting research in work-integrated learning. Int J Work Learn. 2018;19(3):205–13.

**ANEXOS**

## Anexo 1: Matriz de consistencia

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p><b>Problema general</b></p> <p>¿Cuál es el efecto antibacteriano de los compuestos irrigantes frente a cepa de <i>Enterococcus faecalis</i>?</p> <p><b>Problemas específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Cuál es el efecto antibacteriano de los compuestos irrigantes empleando hipoclorito de sodio al 5.25% frente a cepa de <i>Enterococcus faecalis</i>?</li> <li>- ¿Cuál es el efecto antibacteriano de los compuestos irrigantes empleando ácido cítrico al 40% frente a cepa de <i>Enterococcus faecalis</i>?</li> <li>- ¿Cuál es el efecto antibacteriano de los compuestos irrigantes empleando gluconato</li> </ul>	<p><b>Objetivo general</b></p> <p>Determinar el efecto antibacteriano de los compuestos irrigantes frente a cepa de <i>Enterococcus faecalis</i>.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar el efecto antibacteriano de los compuestos irrigantes empleando hipoclorito de sodio al 5.25% frente a cepa de <i>Enterococcus faecalis</i>.</li> <li>- Determinar el efecto antibacteriano de los compuestos irrigantes empleando ácido cítrico al 40% frente a cepa de <i>Enterococcus faecalis</i>.</li> <li>- Determinar el efecto antibacteriano de los compuestos irrigantes empleando gluconato</li> </ul>	<p><b>Hipótesis general</b></p> <p><b>Hi:</b> Los compuestos irrigantes presentan efecto antibacteriano frente a cepa de <i>Enterococcus faecalis</i>.</p> <p><b>Ho:</b> Los compuestos irrigantes no presentan efecto antibacteriano frente a cepa de <i>Enterococcus faecalis</i>.</p> <p><b>Hipótesis específicas</b></p> <p><b>Hi<sup>1</sup>:</b> Los compuestos irrigantes empleando hipoclorito de sodio al 5.25% presentan efecto antibacteriano frente a cepa de <i>Enterococcus faecalis</i>.</p> <p><b>Ho:</b> Los compuestos irrigantes empleando hipoclorito de sodio al 5.25% no presentan efecto antibacteriano frente a cepa de <i>Enterococcus faecalis</i>.</p> <p><b>Hi<sup>2</sup>:</b> Los compuestos irrigantes empleando ácido cítrico al 40% presentan efecto antibacteriano frente a cepa de <i>Enterococcus faecalis</i>.</p> <p><b>Ho:</b> Los compuestos irrigantes empleando irrigantes empleando ácido cítrico al 40% no presentan efecto antibacteriano frente a cepa de <i>Enterococcus faecalis</i>.</p>	<p><b>Compuestos irrigantes</b></p> <p>Dimensiones:</p> <p>D1: Compuestos irrigantes empleando hipoclorito de sodio al 5.25%</p> <p>D2: Compuestos irrigantes empleando ácido cítrico al 40%</p> <p>D3: Compuestos irrigantes empleando gluconato de clorhexidina 2%</p> <p><b>Efecto antibacteriano frente a cepa de <i>Enterococcus faecalis</i></b></p> <p>Dimensiones:</p> <p>D1: Halo de inhibición</p> <p>D2: Tiempo</p>	<p><b>Tipo de investigación:</b> Aplicada</p> <p><b>Método y diseño de la investigación:</b> Analítico</p> <p><b>Diseño:</b> Experimental</p> <p><b>Población y muestra</b></p> <p>Población: 100 placas inoculadas con cepa de <i>Enterococcus faecalis</i></p> <p>Muestra: 80 placas inoculadas con cepa de <i>Enterococcus faecalis</i></p>

<p>de clorhexidina 2% frente a cepa de <i>Enterococcus faecalis</i>?</p>	<p>de clorhexidina 2% frente a cepa de <i>Enterococcus faecalis</i></p>	<p><b>Hi<sup>3</sup>:</b> Los compuestos irrigantes empleando gluconato de clorhexidina 2% presentan efecto antibacteriano frente a cepa de <i>Enterococcus faecalis</i>.</p> <p><b>Ho:</b> Los compuestos irrigantes empleando gluconato de clorhexidina 2% no presentan efecto antibacteriano frente a cepa de <i>Enterococcus faecalis</i>.</p>		
--	---	--	--	--





### Anexo 3: Validez del Instrumento



#### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

##### I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres del Experto: *SEGURA DÍEVES, ROBERTO MARTÍN*  
 1.2 Cargo e Institución donde labora: *DOCENTE UNIVERSIDAD WIENER.*  
 1.3 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Ficha de recolección de datos.  
 1.5 Título de la investigación: "EFECTO ANTIBACTERIANO DE LOS COMPUESTOS IRRIGANTES EMPLEANDO HIPOCLORITO DE SODIO AL 5.25 %, ÁCIDO CITRICO 40 % Y GLUCONATO DE CLORHEXIDINA 2 % FRENTE A CEPA DE ENTEROCOCCUS FAECALIS - IN VITRO - LIMA, 2023".

##### II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

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

$$\text{Coeficiente de Validez} = \frac{(1xA) + (2xB) + (3xC) + (4xD) + (5xE)}{50} = 1$$

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

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

##### IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

Lima, *04* de *Julio* del 2023.

*Roberto Martín Segura Díevés*  
 CIRUJANO DENTISTA  
 COP 34428  
 Firma y sello



## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres del Experto: M.G. CD. MARIBIA VILLACORTA MOLINA  
 1.2 Cargo e Institución donde labora: Docente Tiempo Universidad Wiener  
 1.3 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Ficha de recolección de datos.  
 1.5 Título de la Investigación: "EFECTO ANTIBACTERIANO DE LOS COMPUESTOS IRRIGANTES EMPLEANDO HIPOCLORITO DE SODIO AL 5.25 %, ÁCIDO CITRICO 40 % Y GLUCONATO DE CLORHEXIDINA 2 % FRENTE A CEPA DE ENTEROCOCCUS FAECALIS - IN VITRO - LIMA, 2023".

### II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

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

$$\text{Coeficiente de Validez} = \frac{(1 \times A) + (2 \times B) + (3 \times C) + (4 \times D) + (5 \times E)}{50} = 0.847$$

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

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

### IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

Lima, \_\_\_ de \_\_\_ del 2023.

  
 Mg. CD. MARIBIA VILLACORTA MOLINA  
 CIRUJANO DENTISTA  
 C.O.P. 13354

Firma y sello

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres del Experto: *Mg. Esp. Monique Yovita Lorenzo*  
 1.2 Cargo e Institución donde labora: *Docente IPD.W.*  
 1.3 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Ficha de recolección de datos.  
 1.5 Título de la Investigación: "EFECTO ANTIBACTERIANO DE LOS COMPUESTOS IRRIGANTES EMPLEANDO HIPOCLORITO DE SODIO AL 5.25 %, ÁCIDO CITRICO 40 % Y GLUCONATO DE CLORHEXIDINA 2 % FRENTE A CEPA DE ENTEROCOCCUS FAECALIS - IN VITRO - LIMA, 2023".

### II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

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

$$\text{Coeficiente de Validez} = \frac{(1 \times A) + (2 \times B) + (3 \times C) + (4 \times D) + (5 \times E)}{50} = \frac{0 + 0 + 0 + 4 \times 1 + 5 \times 0}{50} = \frac{4}{50} = 0.8$$

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

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

### IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

Lima, *05* de *Julio* del 2023.

*[Firma]*  
 cop. 12860-885

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres del Experto: Mg CD. ESP. Heider Myriam Delgado Guablucho
- 1.2 Cargo e Institución donde labora: DOCENTE CONTRATADO - UNIVERSIDAD NORBERT WIENER
- 1.3 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Ficha de recolección de datos.
- 1.5 Título de la Investigación: "EFECTO ANTIBACTERIANO DE LOS COMPUESTOS IRRIGANTES EMPLEANDO HIPOCLORITO DE SODIO AL 5.25 %, ÁCIDO CITRICO 40 % Y GLUCONATO DE CLORHEXIDINA 2 % FRENTE A CEPA DE ENTEROCOCCUS FAECALIS - IN VITRO - LIMA, 2023".

### II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

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

$$\text{Coeficiente de Validez} = \frac{(1 \times A) + (2 \times B) + (3 \times C) + (4 \times D) + (5 \times E)}{50} = 0,84$$

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

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

### IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

Lima, 05 de Julio del 2023.

  
 Dra. MYRIAM DELGADO GUABLUCHE  
 ESPECIALISTA EN EDUCACIÓN Y  
 PRODUCCIÓN  
 FIRMA Y SELLO

**Anexo 4: Constancia de exoneración de revisión**

Universidad  
Norbert Wiener

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

Lima, 30 de junio de 2023.

Investigador(a)  
**Yuri Evelin Pomacaja Ponce**  
Exp. N°: 0705-2023

De mi consideración:

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

- Protocolo titulado: **“EFECTO ANTIBACTERIANO DE LOS COMPUESTOS IRRIGANTES EMPLEANDO HIPOCLORITO DE SODIO AL 5.25 %, ÁCIDO CITRICO 40 % Y GLUCONATO DE CLORHEXIDINA 2 % FRENTE A CEPA DE ENTEROCOCCUS FAECALIS - IN VITRO - LIMA, 2023.”. Versión 01 con fecha 04/06/2023.**

El cual tiene como investigador principal al Sr(a) **Yuri Evelin Pomacaja Ponce**.

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

Atentamente,



**Yenny Marisol Bellido Fuentes**  
**Presidenta del CIEI- UPNW**



## Anexo 5: Constancia de recolección de datos



### CONSTANCIA

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

Estimada Doctora:

Es grato dirigirme a usted para comunicarle que la señorita YURI EVELIN POMACAJA PONCE con DNI 42852206, bachiller en Odontología de la E.A.P. que Ud. dirige, realizó las pruebas microbiológicas del estudio experimental in vitro titulado: **"EFECTO ANTIBACTERIANO DE LOS COMPUESTOS IRRIGANTES EMPLEANDO HIPOCLORITO DE SODIO AL 5.25 %, ÁCIDO CITRICO 40 % Y GLUCONATO DE CLOHEXIDINA 2 % FRENTE A CEPAS DE ENTEROCOCCUS FAECALIS - IN VITRO - LIMA, 2023"**. Dicho estudio corresponde a su tesis para obtener el título de Cirujano dentista.

Toda la experimentación y recolección de datos fue realizada entre los días 21 de junio al 05 de julio del presente año y fue supervisado en su totalidad por mi persona, cumpliendo con todos los protocolos de bioética, bioseguridad y control de infecciones requeridos.



Sin otro particular.

Atentamente

Lima, 12 de julio del 2023



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

### Anexo 6: Certificado de *Enterococcus faecalis*



Certificate of Analysis: Lyophilized Microorganism Specification and Performance Upon Release

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

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

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

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

Individual products are traceable to a recognized culture collection.




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



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

## Anexo 7: Informe de ensayo microbiológico




### INFORME DE ENSAYO Nº SQ230707.01

SOLICITUD DE ENSAYO	: SQE 230621.01
SOLICITANTE	: YURI EVELIN POMACAJA PONCE
DIRECCIÓN DEL SOLICITANTE	: No indica
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	: Proporcionado por el cliente <sup>(1)</sup>
PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: No aplica
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	: M1: Hipoclorito de sodio al 5,25%. Marca "Chemilab". F.V: 04-06-2025
	: M2: Ácido cítrico al 40%. <sup>(2)</sup>
	: M3: Diguconato de clorhexidina al 2%. Marca "Maquira". F.V: 04/2024
	: M4: Suero fisiológico al 0,9% Marca "Ecoflac". F.V: 01/03/2026
CANTIDAD Y DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	: M1: Un (01) frasco de 50mL
	: M2: Un (01) frasco de 40g
	: M3: Un (01) frasco de 100mL
	: M4: Un (01) frasco de 1000mL
LUGAR, FECHA Y HORA DE MUESTREO	: No aplica
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN	: 21 de junio del 2023/ 10:30h
CONDICIONES A LA RECEPCIÓN	: Temperatura ambiente
FECHAS DE INICIO DEL ANÁLISIS	: 21 de junio del 2023
FECHAS DE TÉRMINO DEL ANÁLISIS	: 05 de julio del 2023
FECHAS DE EMISIÓN	: 07 de julio del 2023

---

**RESULTADOS DE ENSAYO MICROBIOLÓGICO: ANTIBIOGRAMA**



Nº Replica en placa Petri	Halo de inhibición de las sustancias de prueba frente a <i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212 en milímetros (mm) a las 24 horas en agar Mueller Hinton			
	M1: Hipoclorito de sodio al 5,25%	M2: Ácido cítrico al 40%	M3: Diguconato de clorhexidina al 2%	M4: Suero fisiológico al 0,9%
1	11,25	28,25	22,31	0,00
2	12,11	27,94	19,85	0,00
3	13,14	24,67	20,34	0,00
4	12,74	22,26	20,41	0,00
5	15,43	21,95	18,9	0,00
6	16,24	21,91	19,45	0,00
7	12,35	24,38	19,74	0,00
8	11,61	21,28	20,02	0,00
9	11,82	23,31	21,11	0,00
10	12,03	22,52	18,92	0,00
11	9,81	22,71	17,45	0,00
12	8,61	24,79	18,95	0,00
13	8,57	25,5	20,97	0,00
14	9,19	25,77	17,91	0,00

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

R01-P03-JL. Ver. 01
Página 1 de 6

Dirección: Mz. N Lote 1. Barrio 4. Sector 2. Parcela-Subparcela B. Agrup. Pachacamac. Villa El Salvador. Lima.  
 Celular: 999 365 647. Correo electrónico: laboratorio@scientificquality.org. Web: www.scientificquality.org

## Anexo 8: Constancia de eliminación de residuos biológicos



### CONSTANCIA

La empresa SCIENTIFIC QUALITY S.A.C. hace constar que se ha eliminado adecuadamente los residuos biológicos del trabajo de Tesis **"EFECTO ANTIBACTERIANO DE LOS COMPUESTOS IRRIGANTES EMPLEANDO HIPOCLORITO DE SODIO AL 5.25 %, ÁCIDO CITRICO 40 % Y GLUCONATO DE CLOHEXIDINA 2 % FRENTE A CEPAS DE ENTEROCOCCUS FAECALIS - IN VITRO - LIMA, 2023"** como indica nuestro Instructivo de Bioseguridad y eliminación de residuos biológicos del Laboratorio de microbiología I01-P10-GL, el cual indica que los materiales de ensayo biocontaminados se dividirán en materiales de vidrio y descartables. Ambos serán colocados, por separado, en bolsas de riesgo biológico y se colocarán en la autoclave para su proceso a 121°C por 30 minutos.

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



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

Lima, 12 de julio del 2023




*[Handwritten Signature]*  
**Mblgo. Oniel Elías Juárez Vilcapuma**  
 Gerente de Laboratorio  
 C.B.P. 14090



### Anexo 9: Informe de Turnitin

NOMBRE DEL TRABAJO	AUTOR
<b>Tesis</b>	<b>Yuri Pomacaja</b>
RECuento DE PALABRAS	RECuento DE CARACTERES
<b>13531 Words</b>	<b>75151 Characters</b>
RECuento DE PÁGINAS	TAMAÑO DEL ARCHIVO
<b>64 Pages</b>	<b>479.8KB</b>
FECHA DE ENTREGA	FECHA DEL INFORME
<b>Aug 20, 2023 8:50 PM GMT-5</b>	<b>Aug 20, 2023 8:51 PM GMT-5</b>
<p>● <b>11% de similitud general</b></p> <p>El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 11% Base de datos de Internet</li> <li>• 1% Base de datos de publicaciones</li> <li>• Base de datos de Crossref</li> <li>• Base de datos de contenido publicado de Crossref</li> <li>• 2% Base de datos de trabajos entregados</li> </ul> <p>● <b>Excluir del Reporte de Similitud</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Material citado</li> <li>• Coincidencia baja (menos de 10 palabras)</li> </ul>	

## Anexo 10: Informe del asesor

 Universidad Norbert Wiener	<b>INFORME DEL ASESOR</b>		
	CÓDIGO: UPNW-GRA-FOR-014	VERSIÓN: 02 REVISIÓN: 02	FECHA: 13/05/2020

Lima, 21 de agosto del 2023

Dra. Esp. Brenda Vergara Pinto

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

De mi especial consideración:

Es grato expresarle un cordial saludo y como asesor de tesis titulada: **"EFECTO ANTIBACTERIANO DE LOS COMPUESTOS IRRITANTES EMPLEANDO HIPOCLORITO DE SODIO AL 5.25 %, ACIDO CITRICO 40 % Y GLUCONATO DE CLOHEXIDINA 2 % FRENTE A CEPAS DE ENTEROCOCCUS FECALIS - IN VITRO EN LIMA, 2023"**, desarrollada por la egresada Yuri Evelin Pomacaja Ponce; para la obtención del Título Profesional de Cirujano dentista; ha sido concluida satisfactoriamente.

Al respecto informo que se lograron los siguientes objetivos:

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

Atentamente,

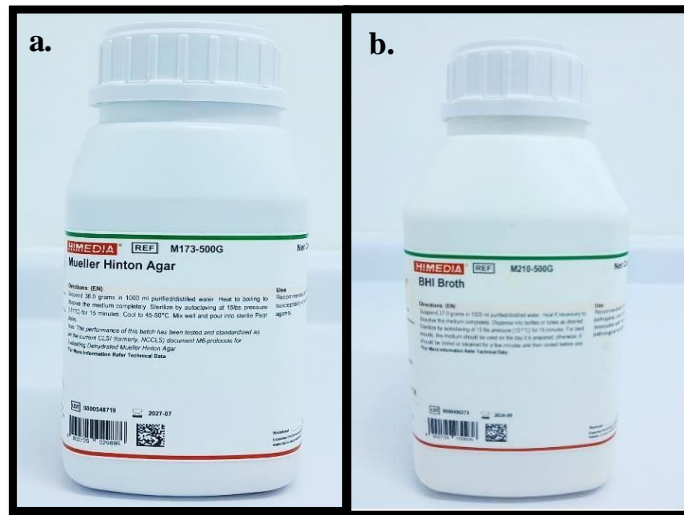


\_\_\_\_\_  
 Firma del asesor

Mg. C.D. Yuliana Esther Huamani  
 Caquiamarca

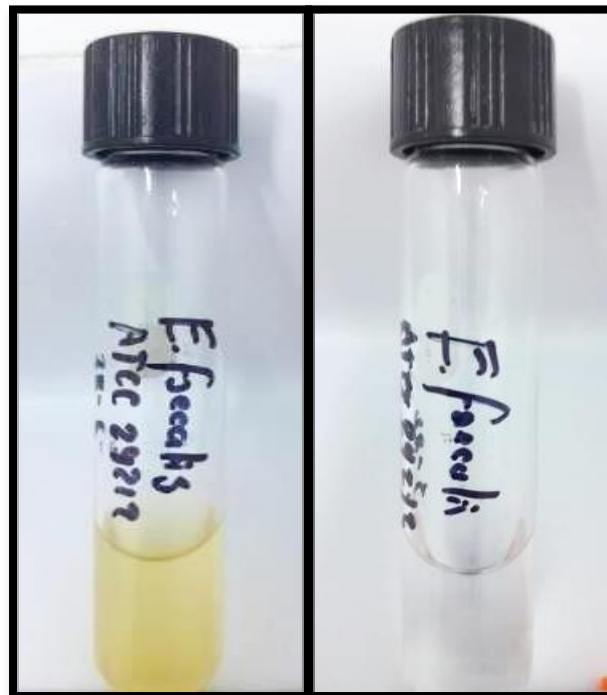
## Anexo 11: Colección de Fotografías

### Fotografía 1. Medios de cultivo y reactivos

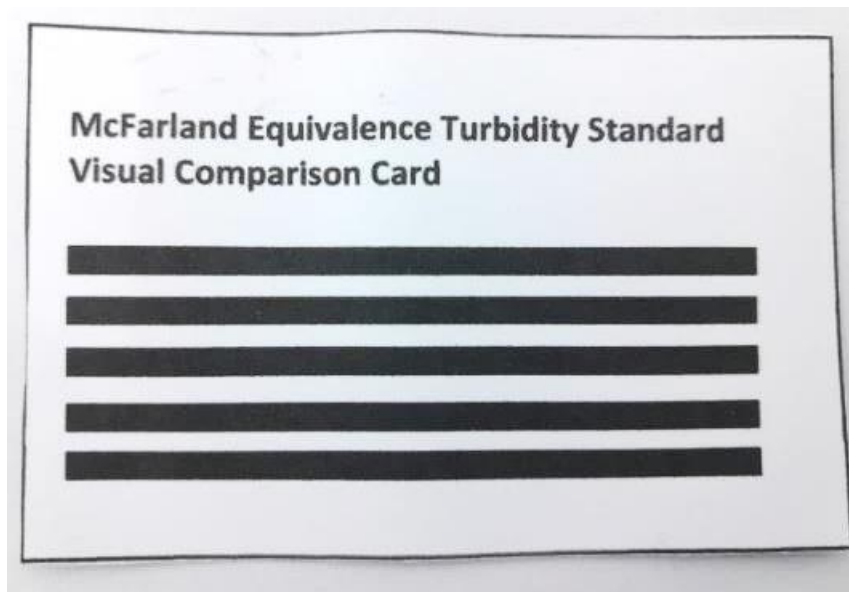


a. Agar Mueller Hinton; b. Caldo BHI

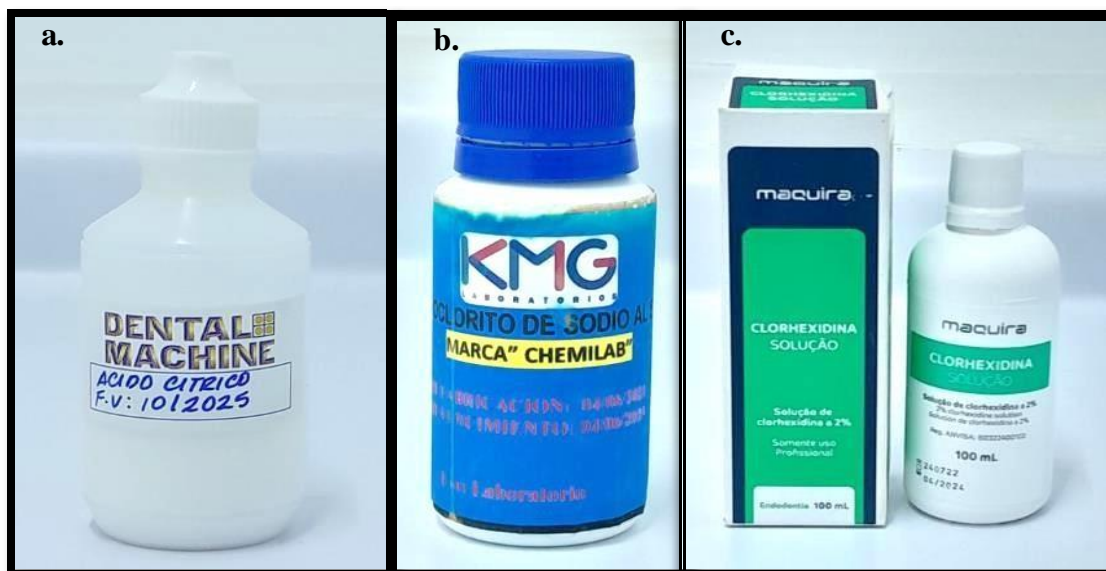
### Forografía 2. Cepa de *Enterococcus faecalis* ATC 29212 en caldo BHI y suero fisiológico al 0.9%



**Fotografía 3.** Tarjeta de comparación visual para el estándar de turbidez McFarland



**Fotografía 4.** Sustancias para cada tratamiento



a. Ácido cítrico; b. Hipoclorito de sodio al 5,25%; c. Diguconato de Clorhexidina al 2%

**Fotografía 5.** Suero fisiológico al 0,9%



**Fotografía 6.** Estándar de Sulfato Bario al 0.5 de McFarland



**Fotografía 7.** Ácido cítrico al 40%



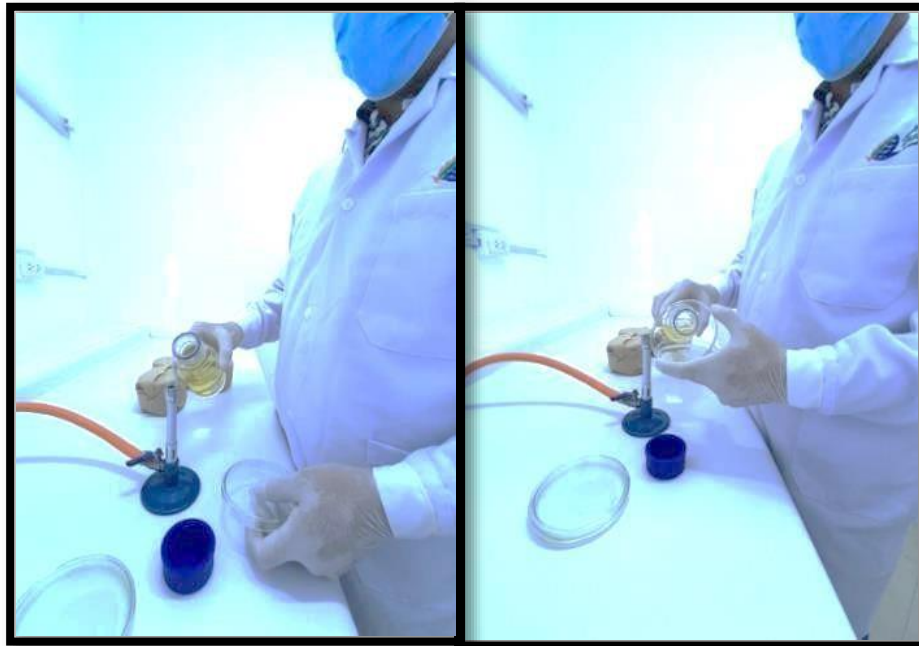
**Fotografía 8.** Preparación del agar Mueller Hinton



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

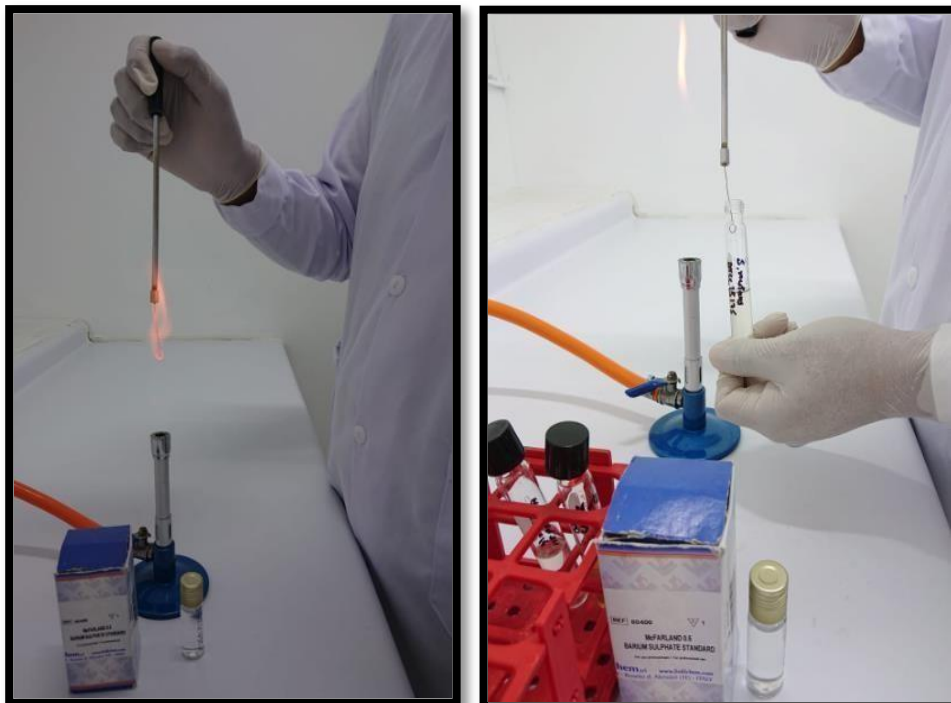


**Fotografía 9.** *Traslado del Agar Mueller Hinton*



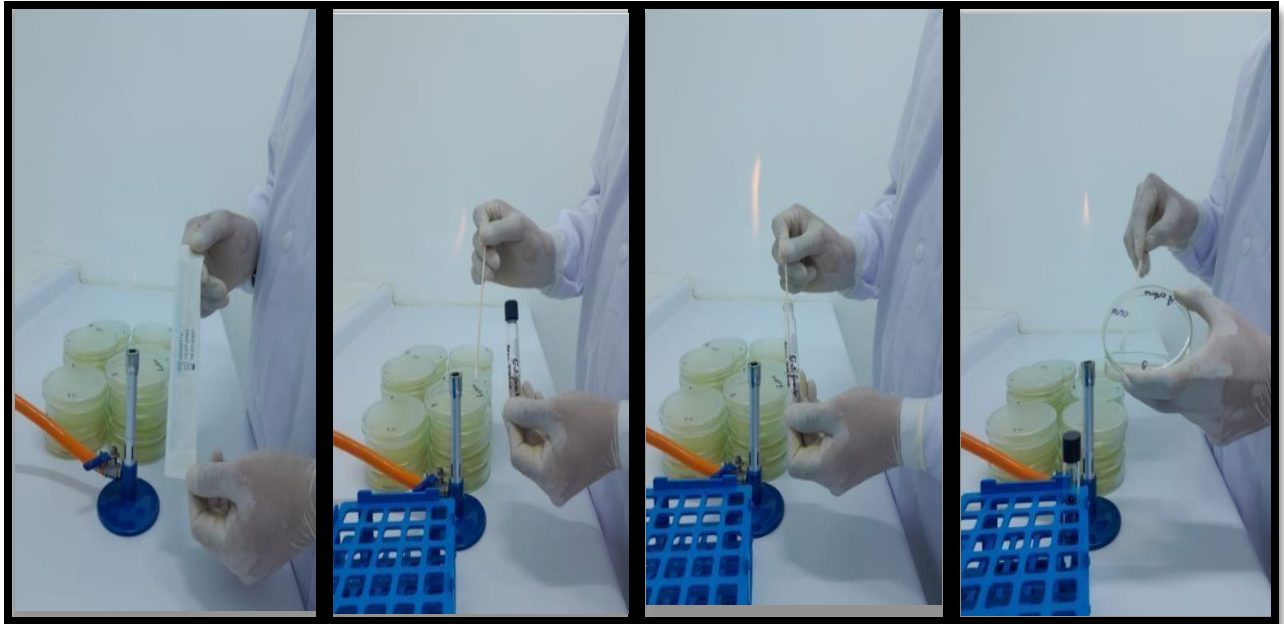
Frasco con medio color ámbar, en esterilidad, alas placas Petri esterilizadas en estufa digital (mechero de bunsen encendido).

**Fotografía 10.** *Preparación suspensión al 0,5 Mcfarland*



A partir de cultivo en agar de *Enterococcus faecalis* atcc 29212. Comparación con el estándar comercial sulfato de bario 0,5 de Mc farland

**Fotografía 11.** *Inoculación con hisopo estéril de la cepa Enterococcus faecalis ATCC 29212 a las placas de agar Mueller Hinton*



Procedimiento de inoculación de 15uL de las sustancias de prueba, en esterilidad, frente al mechero de Bunsen con micropipeta

**Fotografía 12.** *Inoculación a los pocillos antibiograma con pasta de ácido cítrico al 40%*

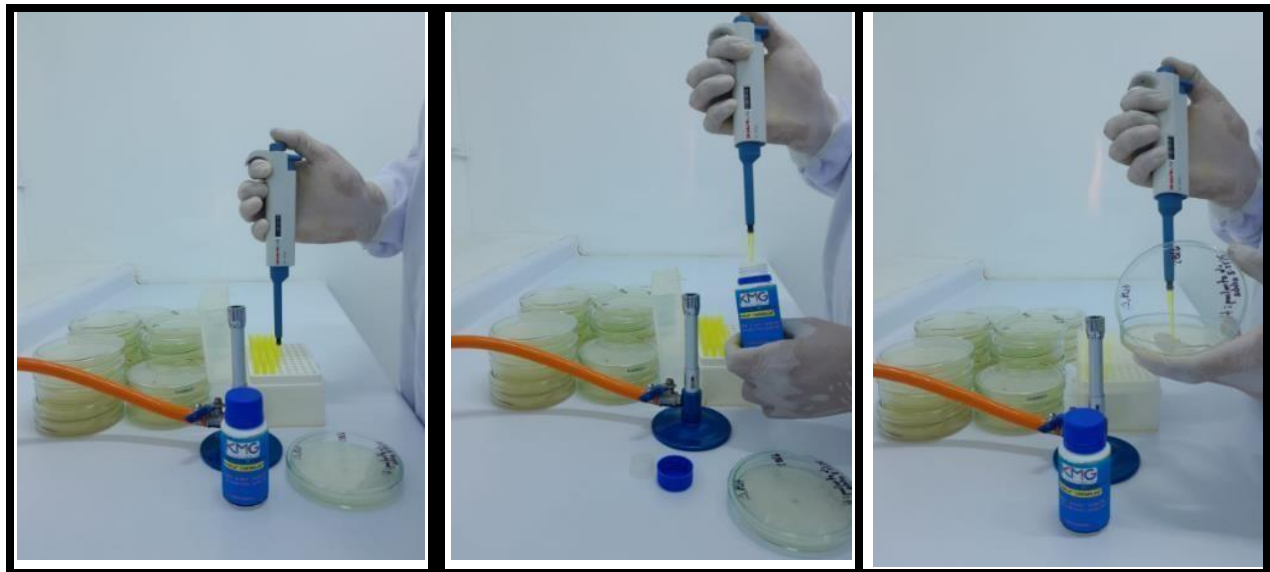




**Fotografía 13.** *Inoculación a los pocillos antibiograma con Diguconato de Clorhexidina al 2%*



**Fotografía 14.** *Inoculación a los pocillos antibiograma con Hipoclorito de sodio al 5,25%*



**Fotografía 15.** *Inoculación a los pocillos antibiograma con Suero fisiológico al 0,9%*



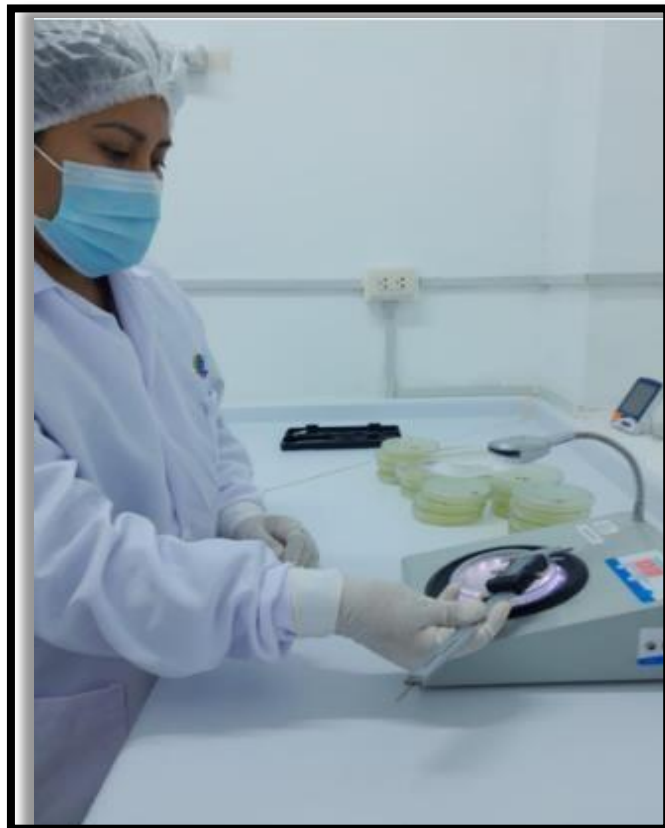
**Fotografía 16.** *Colocación en la incubadora microbiológica de las placas petri*



## 1. RESULTADOS

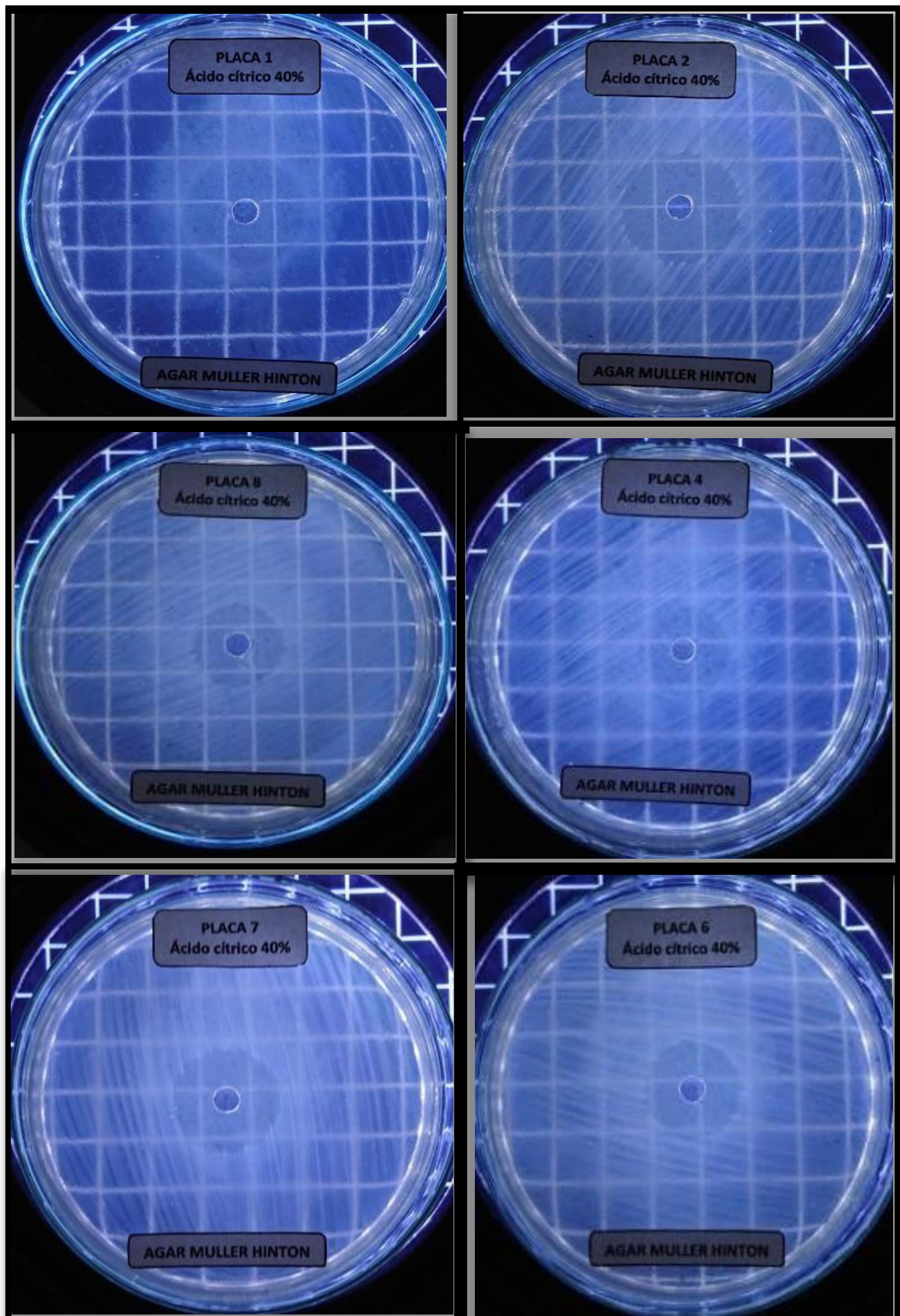
Después del tiempo de incubación, las placas Petri se sacan del equipo y se miden con una regla Vernier digital y una lupa de 4 aumentos de un contador de colonias microbiológico de fondo oscuro que dará contraste para observar detalladamente los halos de inhibición de las sustancias de prueba frente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

**Fotografía 17.** *Medición de los halos de inhibición con regla vernier*

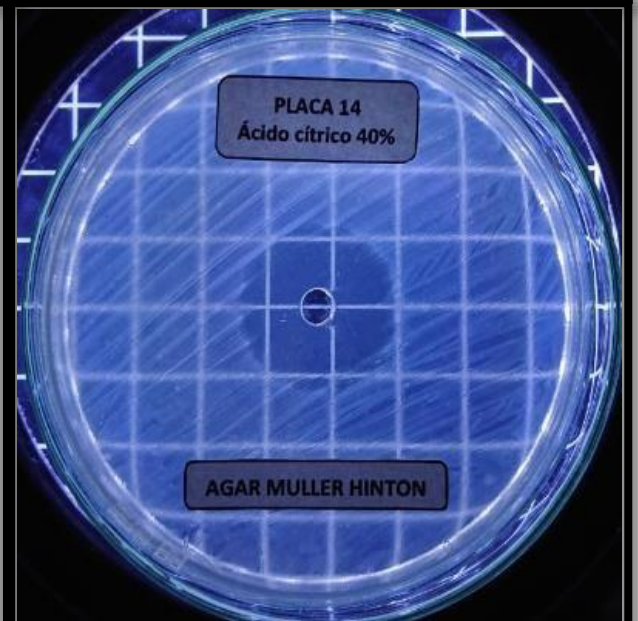
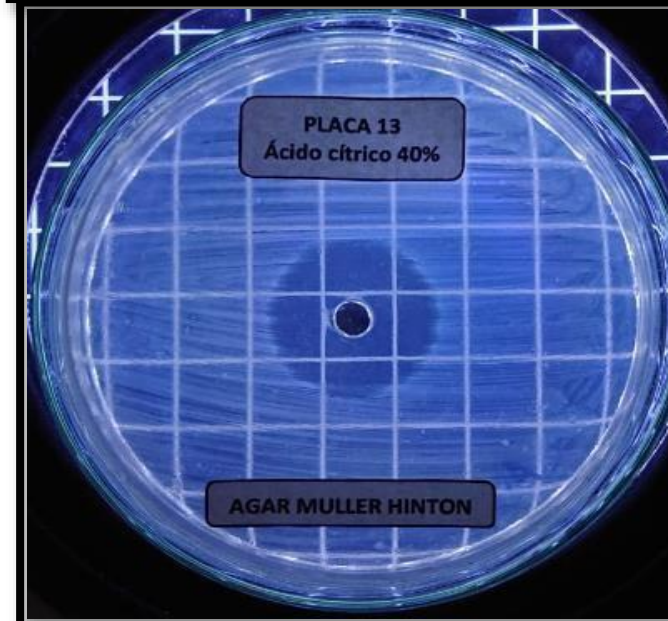
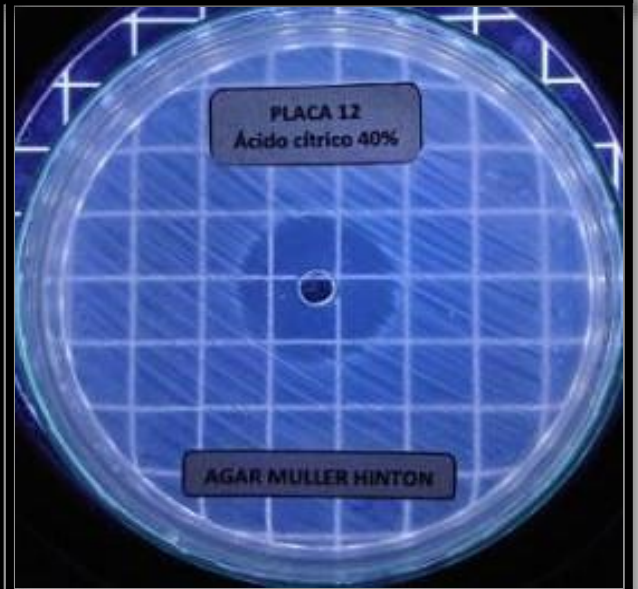
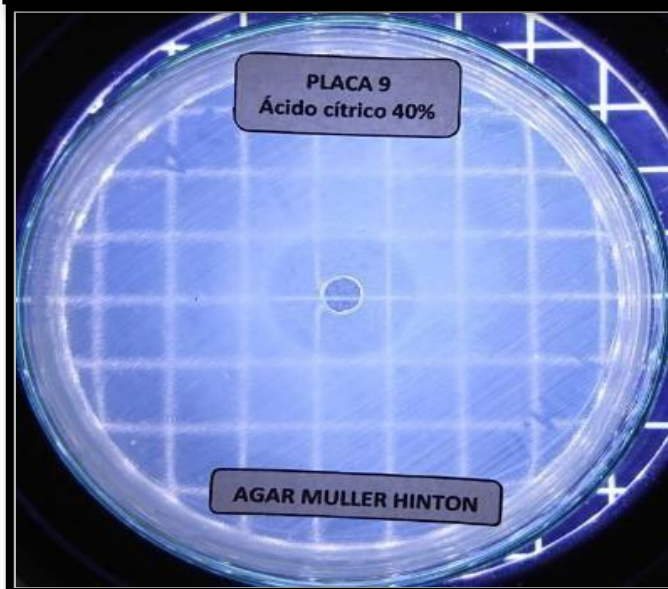
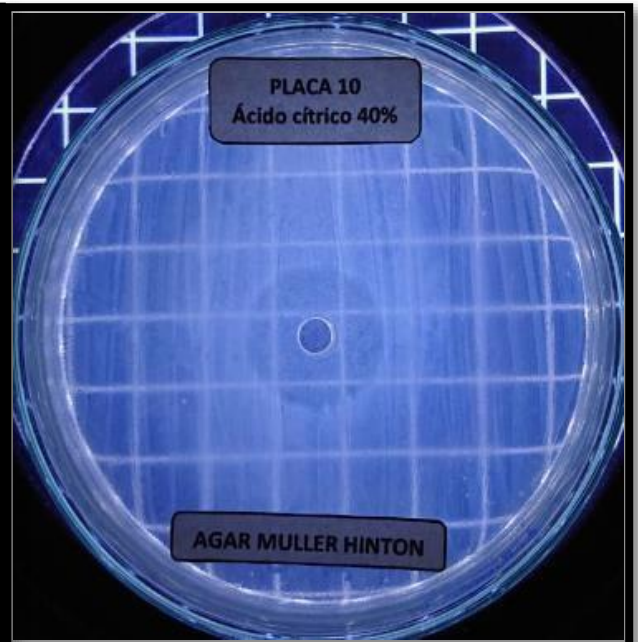
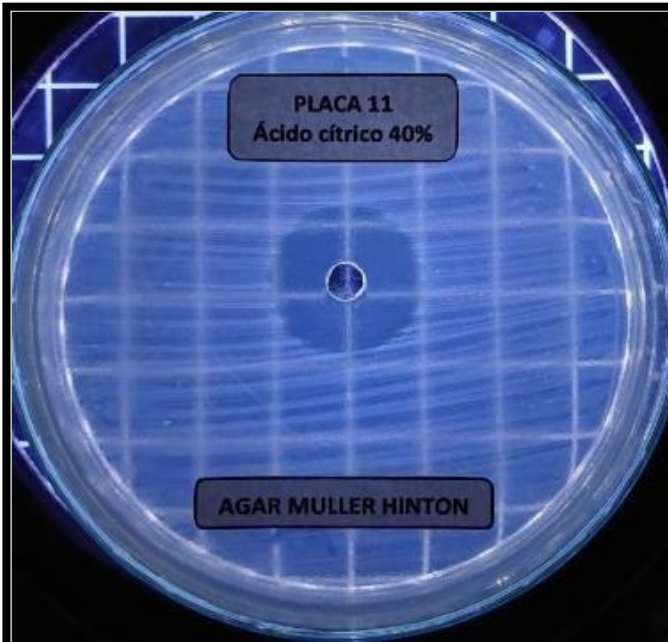




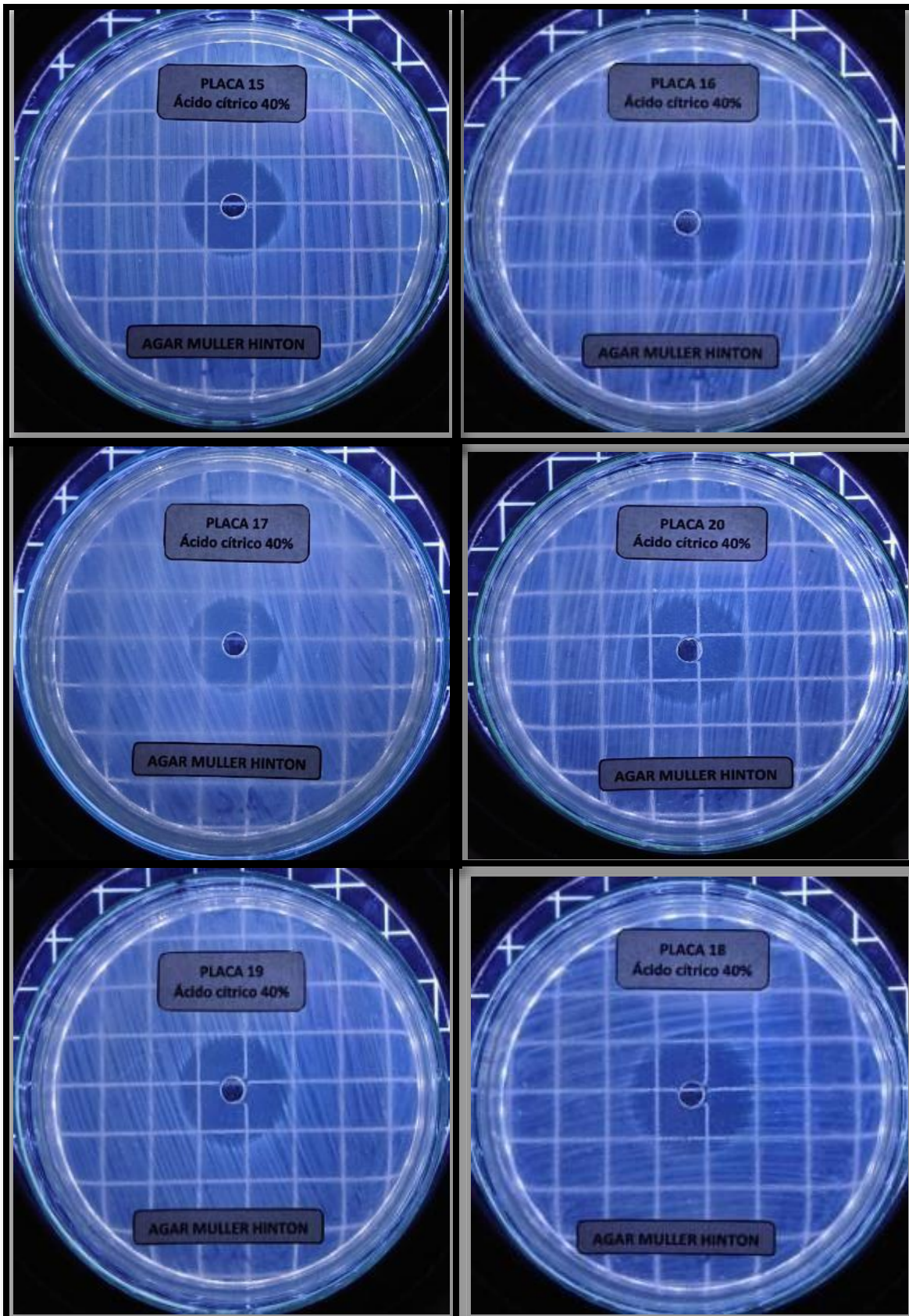
**Fotografía 18.** Placas Petri con pocillos antibiograma con ácido cítrico al 40% en agar Mueller Hinton frente a *Enterococcus faecalis* ATCC 29212





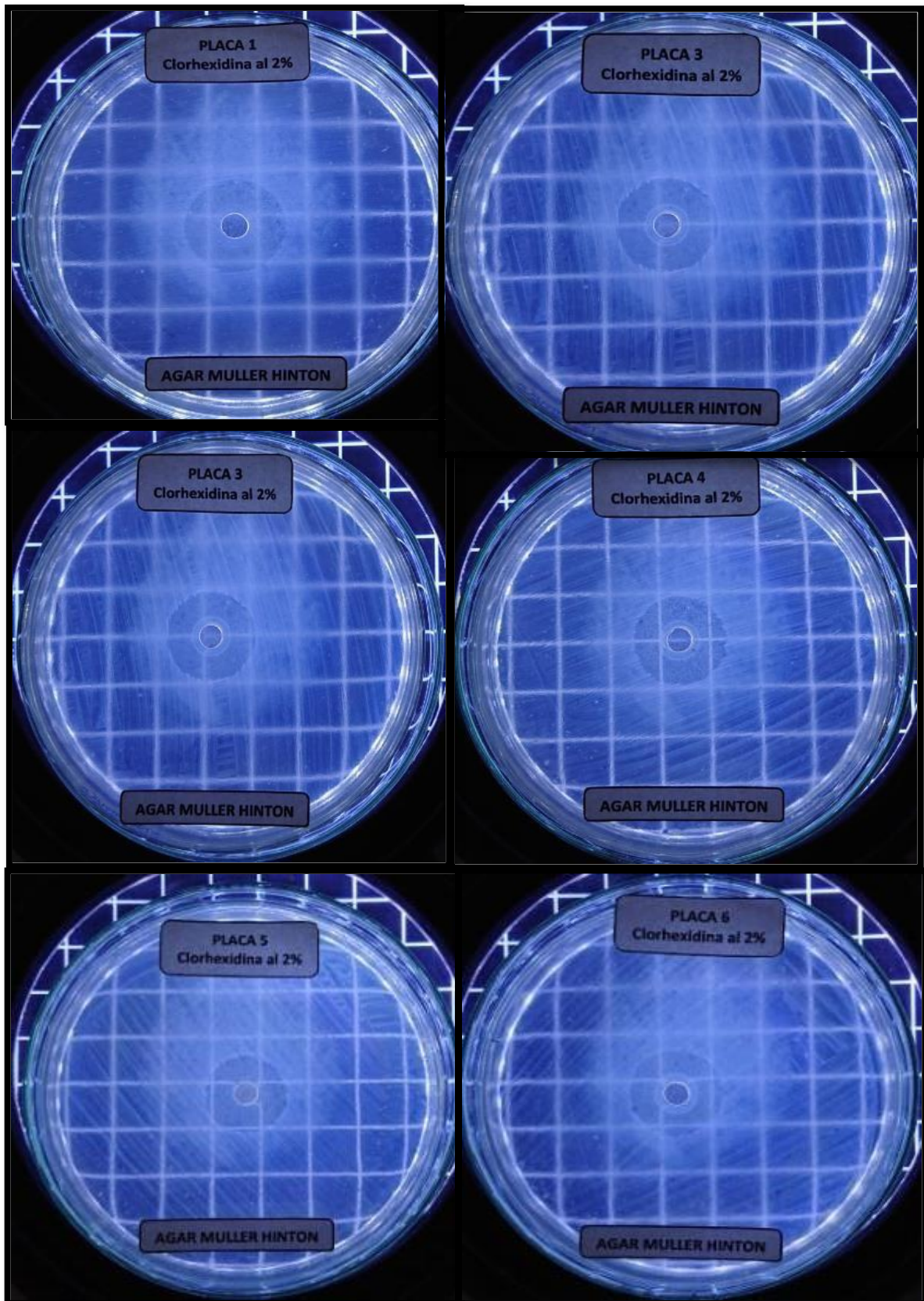






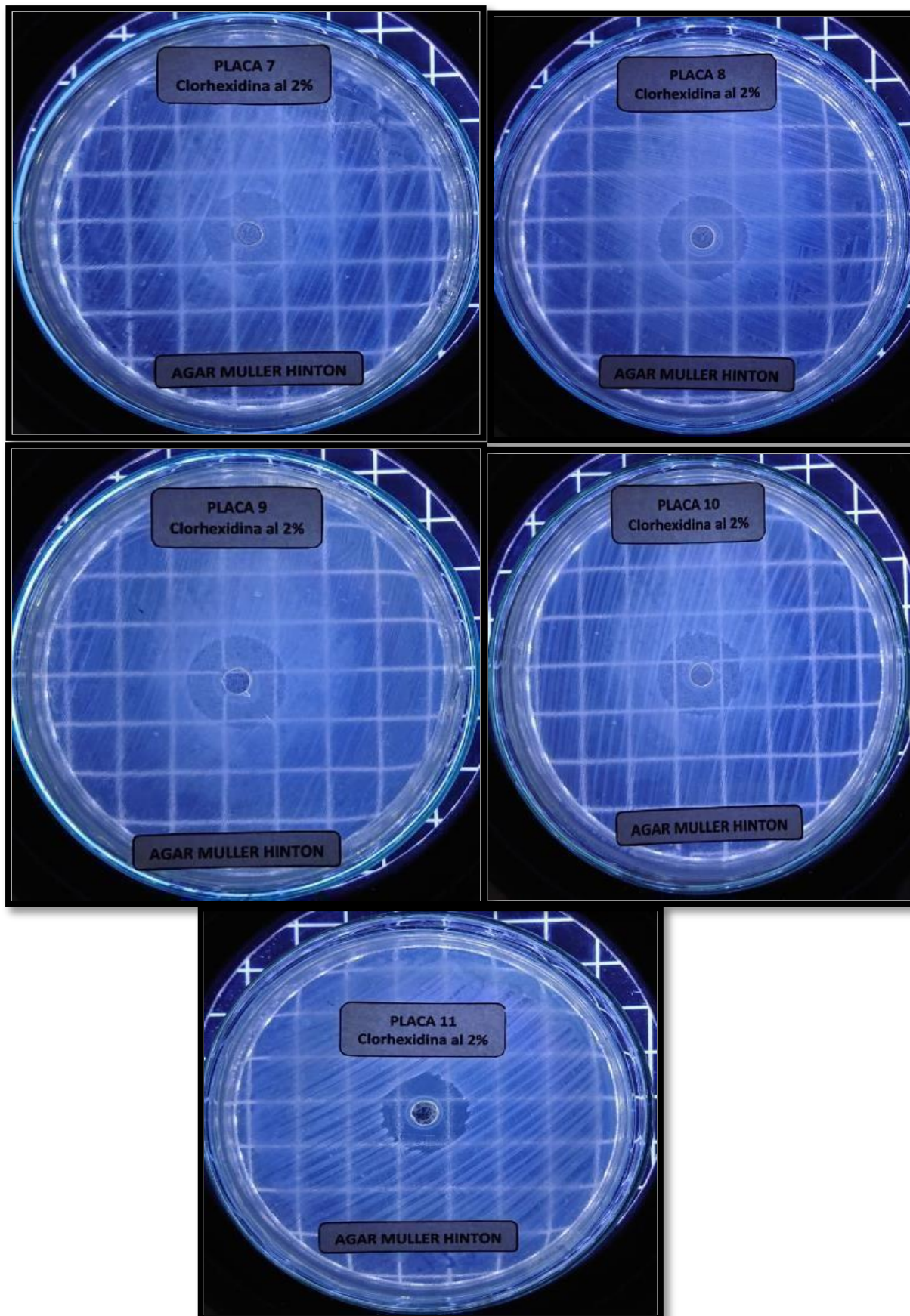


**Fotografía 19.** Placa Petri con pocillos antibiograma con digluconato de clorhexidina al 2% en agar Mueller Hinton frente a *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 a las 72 horas



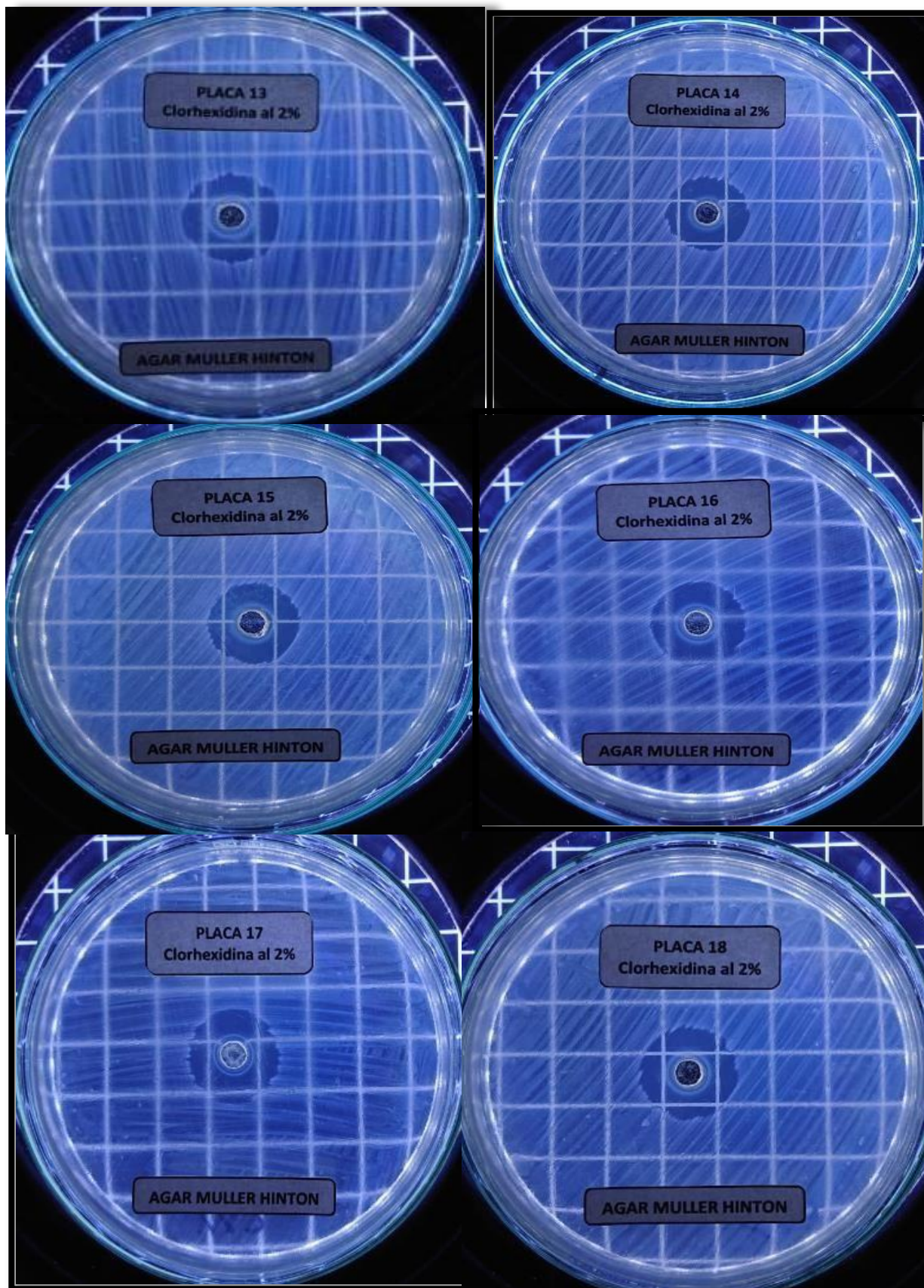


**Fotografía 20.** Placa Petri con pocillos antibiograma con digluconato de clorhexidina al 2% en agar Mueller Hinton frente a *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 a las 72 horas



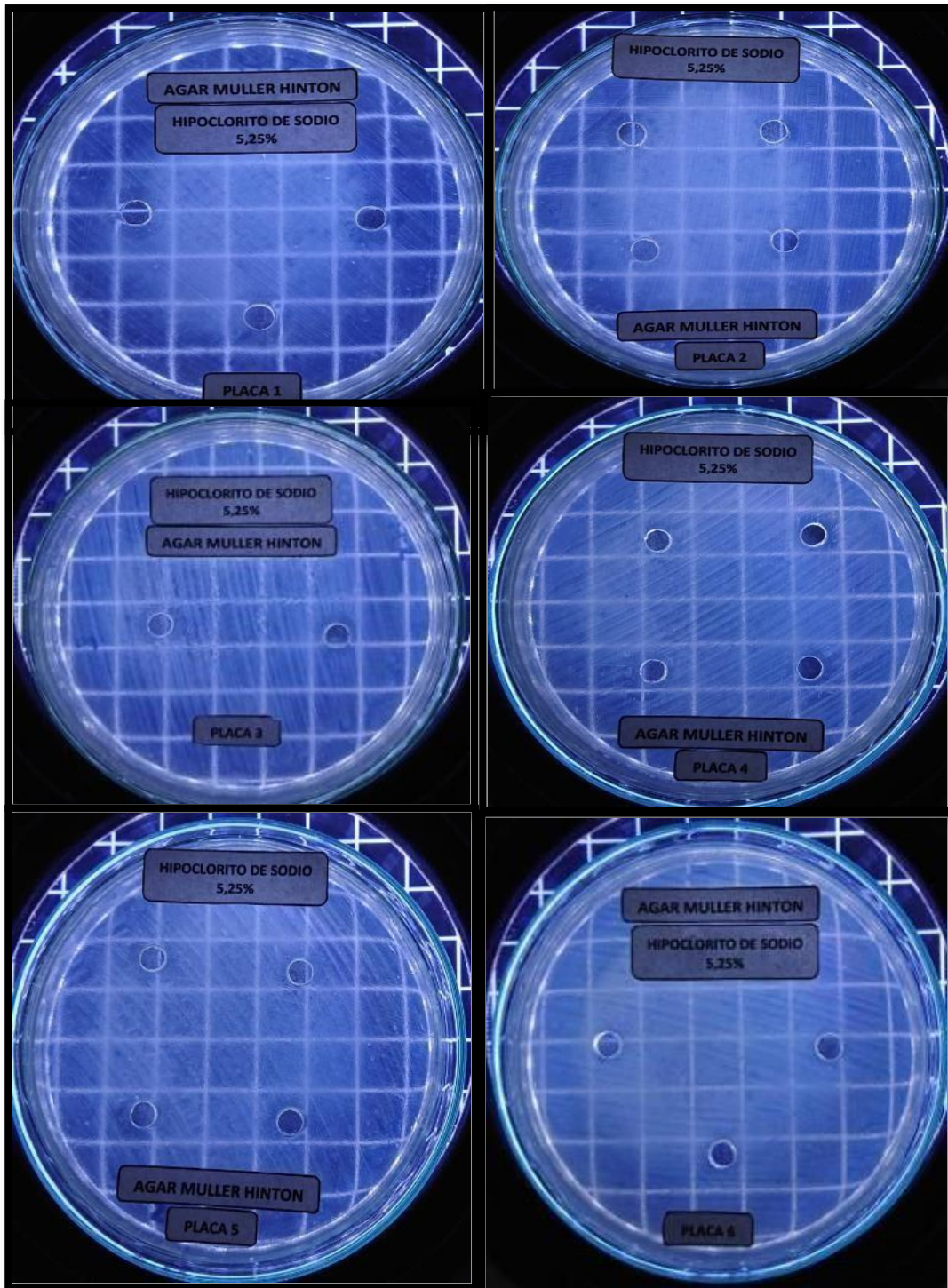


**Fotografía 21.** Fotos de placa Petri con pocillos antibiograma con digluconato de clorhexidina al 2% en agar Mueller Hinton frente a *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 a las 72 horas

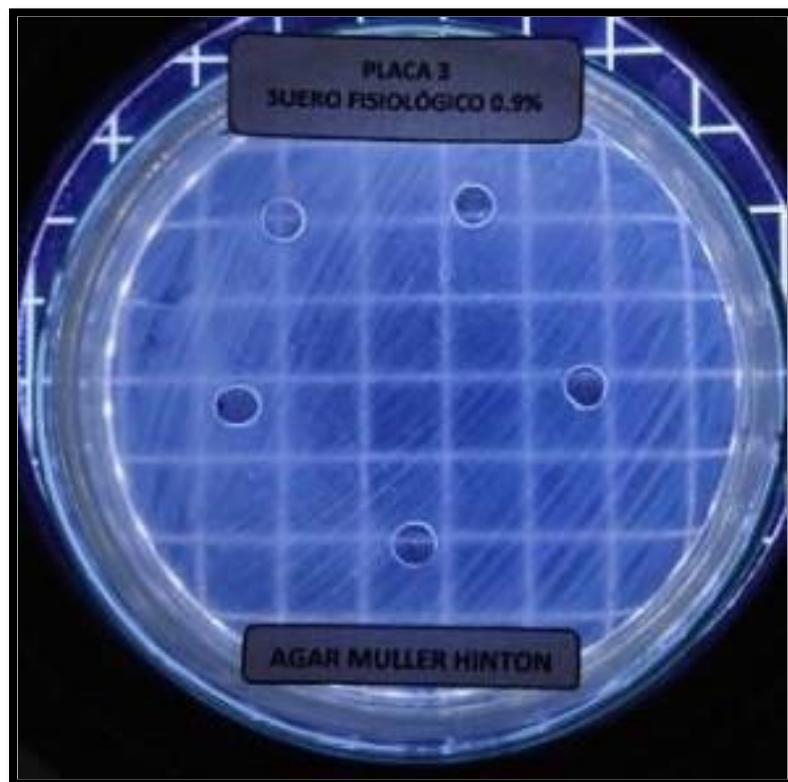
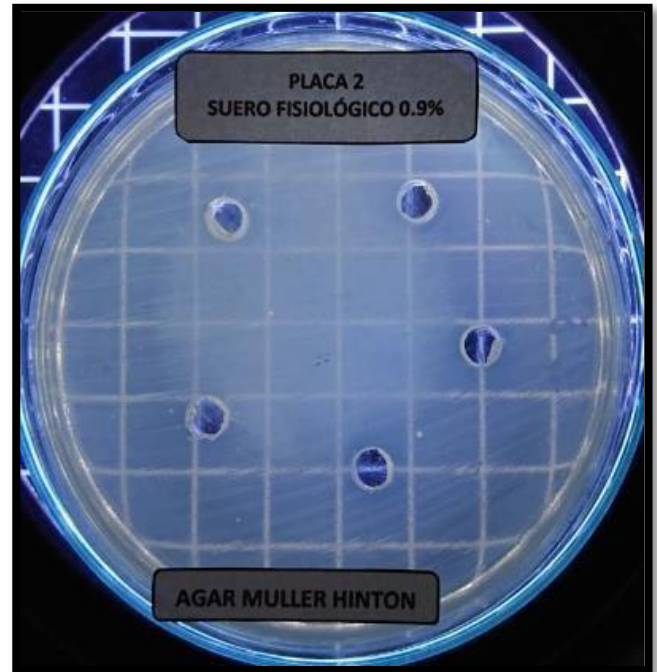
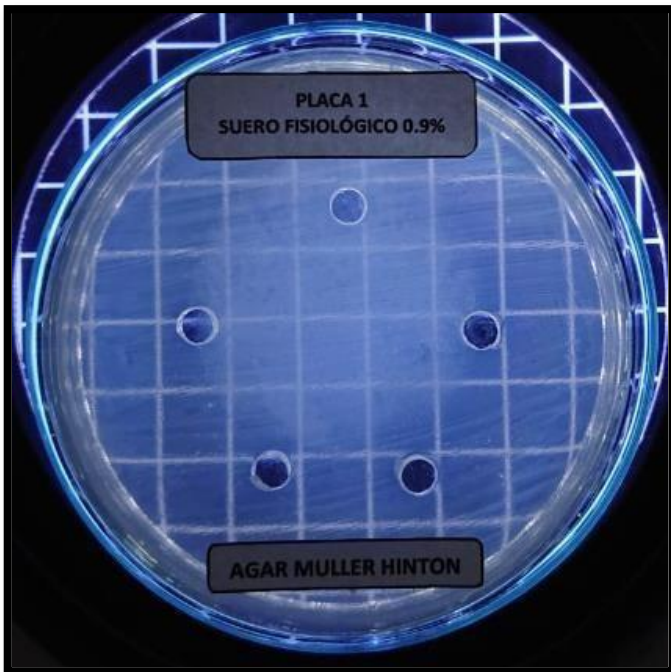




**Fotografía 22.** Placas Petri con pocillos antibiograma con Hipoclorito de sodio al 5,25% en agar MuellerHinton frente a *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 a las 72 horas



**Fotografía 23.** Placas Petri con pocillos antibiograma con Suero fisiológico al 0,9% en agar MuellerHinton frente a *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 a las 72 horas





**Fotografía 24.** *Eliminación de los residuos biológicos del ensayo.*



Las placas Petri y otros residuos biológicos se colocaron en bolsas rojas y se esterilizaron por autoclave según procedimiento.