

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

Escuela Académico Profesional de Odontología

Tesis

**Comparación del efecto antimicrobiano entre el  
dióxido de cloro y la clorhexidina in vitro  
Arequipa, 2022**

Anthony Anderson Gárate Urquiza  
Karen Dayana Salas Quispe

Para optar el Título Profesional de  
Cirujano Dentista

Huancayo, 2023

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

# Fredy último

---

## INFORME DE ORIGINALIDAD

---

4%

INDICE DE SIMILITUD

4%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

---

## FUENTES PRIMARIAS

---

1

[repositorio.continental.edu.pe](http://repositorio.continental.edu.pe)

Fuente de Internet

2%

2

[repositorio.unjbg.edu.pe](http://repositorio.unjbg.edu.pe)

Fuente de Internet

2%

3

[hdl.handle.net](http://hdl.handle.net)

Fuente de Internet

1%

---

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi madre, Isela Quispe, a mi padrino, Fernando Salazar, y a mi familia hermosa, por el esfuerzo, apoyo y consejos para mejorar cada día y crecer como persona y ahora como profesional y mostrarme que todo lo que me proponga lo puedo lograr con esfuerzo, dedicación, responsabilidad y amor.

A nuestro asesor, el Mg. Fredy Paucar Asto, por la guía, el tiempo y consejos brindados para llevar a cabo este proyecto de investigación y optar el título profesional.

A mis docentes de carrera, por brindarme sus conocimientos y consejos para poder ser una buena profesional.

***Karen***

A Dios, por ser mi guía y por haberme dado las posibilidades necesarias para estudiar esta carrera, a mis padres, porque siempre estuvieron conmigo y que a pesar de todas las adversidades ellos siempre me apoyaron y nunca dejaron de creer en mí, también agradezco a mis familiares que siempre me brindaron su apoyo, a mis amigos que estuvieron en todo momento conmigo, al doctor Paul Valdivia por haberme brindado sus conocimientos, a todos mis docentes que me ayudaron en mi formación.

***Anthony***

## **DEDICATORIA**

Con mucho amor, ante todo a Dios, por bendecirme día a día y guiarme en todo momento; a mi madre, Isela Quispe, por el esfuerzo arduo, el amor incondicional, consejos y el interés para que estudie y me desarrolle completamente en todos los aspectos de mi vida.

*Karen*

A Dios y a mis padres, por su apoyo incondicional, ya que a pesar de todo siempre me alentaron para poder seguir adelante.

*Anthony*

# ÍNDICE

<b>Agradecimientos.....</b>	<b>ii</b>
<b>Dedicatoria .....</b>	<b>iii</b>
<b>Índice.....</b>	<b>iv</b>
<b>Índice de tablas.....</b>	<b>vii</b>
<b>Índice de figuras .....</b>	<b>viii</b>
<b>Resumen.....</b>	<b>ix</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>x</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>xi</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>12</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO .....</b>	<b>12</b>
1.1. Delimitación de la investigación .....	12
1.1.1. Delimitación territorial .....	12
1.1.2. Delimitación temporal .....	12
1.1.3. Delimitación conceptual .....	12
1.2. Planteamiento del problema .....	12
1.3. Formulación del problema.....	14
1.3.1. Problema general.....	14
1.3.2. Problemas específicos .....	14
1.4. Objetivos .....	14
1.4.1. Objetivo general .....	14
1.4.2. Objetivos específicos.....	14
1.5. Justificación.....	15
1.5.1. Justificación teórica.....	15
1.5.2. Justificación práctica .....	15
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>16</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>16</b>
2.1. Antecedentes del problema.....	16
2.1.1. Antecedentes internacionales .....	16
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	17
2.2. Bases teóricas .....	19
2.2.1. Microorganismos de la cavidad oral.....	19
2.2.2. Caries dental.....	19
2.2.3. Etiología.....	20
2.2.4. Epidemiología .....	21

2.2.5. Estreptococo mutans.....	21
2.2.5.1. Características del Estreptococos mutans .....	22
2.2.5.2. Contagio del S. Mutans .....	23
2.2.5.3. Adherencia del Estreptococos mutans .....	23
2.2.6. Dióxido de cloro.....	24
2.2.6.1. Características .....	24
2.2.6.2. Mecanismo de acción .....	24
2.2.6.3. Dióxido de cloro estabilizado .....	25
2.2.6.4. Preparación del ClO <sub>2</sub> estabilizado .....	25
2.2.6.5. Aplicaciones comunes del ClO <sub>2</sub> .....	26
2.2.6.6. Uso del ClO <sub>2</sub> como tratamiento .....	27
2.2.7. Clorhexidina.....	27
2.2.7.1. Características .....	27
2.2.7.2. Mecanismo de acción .....	28
2.2.7.3. Fabricación de la CHX .....	28
2.2.7.4. Uso de la CHX en la odontología .....	28
2.3. Definición de términos básicos.....	29
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>31</b>
<b>HIPÓTESIS Y VARIABLES .....</b>	<b>31</b>
3.1. Hipótesis.....	31
3.1.1. Hipótesis general.....	31
3.1.2. Hipótesis específicas .....	31
3.2. Identificación de variables.....	31
3.3. Operacionalización de variables .....	32
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>33</b>
<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>33</b>
4.1. Métodos, tipo y nivel de la investigación .....	33
4.1.1. Método de la investigación.....	33
4.1.2. Tipo de la investigación .....	33
4.1.3. Alcance de la investigación .....	33
4.2. Diseño de la investigación.....	33
4.3. Población.....	34
4.4. Muestra.....	34
4.5. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos .....	35
4.5.1. Técnicas .....	35
4.5.2. Instrumento de recolección de datos (anexo 5).....	35
4.5.3. Procedimiento de la investigación .....	36

4.5.3.1. Obtención de la bacteria .....	36
4.5.3.2. Obtención del ClO <sub>2</sub> .....	37
4.5.3.3. Obtención de la CHX .....	37
4.5.3.4. Preparación del agar en las placas Petri .....	37
4.5.3.5. Cultivo de las bacterias.....	37
4.5.3.6. Lectura de los halos de inhibición .....	38
4.6. Consideraciones éticas.....	38
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>40</b>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>40</b>
5.1. Presentación de resultados.....	40
5.2. Prueba de hipótesis .....	44
5.3. Discusión de resultados .....	45
<b>Conclusiones .....</b>	<b>48</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>49</b>
<b>Lista de referencias .....</b>	<b>50</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>54</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variables e indicadores .....	31
Tabla 2. Operacionalización de variables.....	32
Tabla 3. Escala de Duraffourd.....	38
Tabla 4. Efecto antimicrobiano de la CHX a diferentes concentraciones sobre <i>Streptococcus mutans</i> .....	40
Tabla 5. Efecto antimicrobiano del ClO <sub>2</sub> a diferentes concentraciones sobre <i>Streptococcus mutans</i> .....	41
Tabla 6. Efecto antimicrobiano del agua destilada (control positivo) frente al <i>Streptococcus mutans</i> .....	42
Tabla 7. Comparación del efecto antimicrobiano entre la CHX al 2.0 % y el control positivo (agua destilada) sobre <i>Streptococcus mutans</i> .....	42
Tabla 8. Comparación del efecto antimicrobiano entre el ClO <sub>2</sub> al 0.30 % y el control positivo (agua destilada) sobre <i>Streptococcus mutans</i> .....	43
Tabla 9. Comparación del efecto antimicrobiano entre la CHX al 2.0 % y el ClO <sub>2</sub> al 0.30 % sobre <i>Streptococcus mutans</i> .....	44
Tabla 10. Prueba de hipótesis.....	44

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Preparación de las diferentes concentraciones de $\text{ClO}_2$ 0.1 %, 0.12 %, 0.20 %, 0.30 % y CHX al 0.12 %, 0.15 %, 0.30 %, 2 % .....	70
Figura 2. Equipo para la esterilización de los materiales y para el manejo de las concentraciones .....	71
Figura 3. Cultivo del <i>Estreptococos mutans</i> .....	72
Figura 4. Posicionamiento de los discos de papel filtro embebidos a diferentes concentraciones de $\text{ClO}_2$ y CHX, sobre los cultivos de <i>Estreptococos mutans</i> .....	73
Figura 5. Incubación por 24 horas a temperatura de 37 grados y medición de los halos de inhibición .....	74

## RESUMEN

El objetivo fue comparar el efecto antimicrobiano entre el dióxido de cloro (ClO<sub>2</sub>) y la clorhexidina (CHX) *in vitro*, Arequipa, 2022.

**Material y métodos:** La tesis fue de diseño experimental, transversal, prospectivo, el tipo de investigación es aplicada y de nivel explicativo. La técnica es de observación, ya que se procedió a analizar el efecto antimicrobiano del ClO<sub>2</sub> y la CHX frente al *Streptococo mutans*, por el método de Kirby Bauer, en el cual se cultivaron 90 placas Petri con 5 discos de papel filtro cada una y se sometieron a diferentes concentraciones repartidas en 9 grupos. Todo el procedimiento se realizó en un laboratorio donde se contaba con todos los instrumentos necesarios para poder manipular bacterias y mantener todos los instrumentos libres de contaminación, así como también se cumplía con los protocolos de bioseguridad para los operarios.

**Resultados:** Ambas concentraciones de dióxido de cloro y clorhexidina, presentaron efecto antimicrobiano sobre el *Streptococo mutans*, la solución que presentó menor efecto antimicrobiano fue la de ClO<sub>2</sub> al 0.10 % ya que formó halos de inhibición de 6.12 mm, mientras que la solución de ClO<sub>2</sub> al 0.30 % formó un halo de inhibición promedio de 9 mm, el menor halo de inhibición formada por la CHX fue a la concentración de 0.12 %, 11.97 mm, y el halo más grande fue formado a una concentración de CHX del 2 %, 26 mm.

**Conclusión:** La CHX presentó mayor efecto antimicrobiano sobre el *Streptococo mutans* frente al ClO<sub>2</sub> y a mayor concentración tanto de ClO<sub>2</sub> como de CHX el efecto antimicrobiano fue mayor.

**Palabras claves:** antimicrobiano, bacterias, clorhexidina, dióxido de cloro, eficacia

## ABSTRACT

The objective was to compare the antimicrobial effect between chlorine dioxide (ClO<sub>2</sub>) and chlorhexidine (CHX) *in vitro*, Arequipa, 2022.

**Material and methods:** The thesis was of an experimental, cross-sectional, prospective design, the type of research is applied and explanatory level. The technique is observational, since we proceeded to analyze the antimicrobial effect of ClO<sub>2</sub> and CHX against streptococcus mutans, by the Kirby Bauer method, in which 90 Petri dishes were cultivated with 5 filter paper discs each and subjected to different concentrations divided into 9 groups. The entire procedure was conducted in a laboratory where all the necessary instruments were available to be able to manipulate bacteria and keep all the instruments free of contamination, as well as complying with the biosafety protocols for the operations.

**Results:** Both concentrations of chlorine dioxide and chlorhexidine, presented antimicrobial effect on mutans streptococcus, the solution that presented the least antimicrobial effect was that of ClO<sub>2</sub> at 0.10 % since it formed inhibition halos of 6.12 mm, while the solution of ClO<sub>2</sub> at 0.30 % formed an average inhibition halo of 9 mm, the smallest inhibition halo formed by CHX was at a concentration of 0.12 %, 11.97 mm, and the largest halo was formed at a CHX concentration of 2 %, 26 mm.

**Conclusion:** CHX had a greater antimicrobial effect on mutans streptococcus compared to ClO<sub>2</sub> and a higher concentration of both ClO<sub>2</sub> and CHX had a greater antimicrobial effect.

**Keywords:** antimicrobial, bacteria, chlorhexidine, chlorine dioxide, efficacy

## INTRODUCCIÓN

En la cavidad oral hay presencia de una gran variedad de microorganismos que al no ser eliminados con una higiene bucal adecuada pueden desarrollar enfermedades bucodentales como caries dental, enfermedad gingival y periodontal, halitosis, etc.

En cada tratamiento se utiliza una solución para desinfectar la zona a tratar, por ejemplo, en endodoncia para irrigar los conductos, en prevención bucal como enjuague bucal.

Una de las soluciones más usadas en odontología es la clorhexidina que ayuda a eliminar gran parte de los microorganismos, previene la formación de placa dental, desinfecta instrumentos, piel y heridas, pero en estudios anteriores concluyeron que tiene efectos adversos por el uso prolongado como manchas en el esmalte, coloración de la lengua, también altera las papilas gustativas.

Otra sustancia con buena propiedad antimicrobiana es el dióxido de cloro que antiguamente se usaba para realizar blanqueamientos dentales y desinfección, pero no hay un amplio conocimiento de su acción antimicrobiana para darle un uso adecuado en los tratamientos odontológicos.

Por eso se realiza este proyecto de investigación realizando la comparación del efecto antimicrobiano *in vitro* de la clorhexidina y el dióxido de cloro.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

#### **1.1. Delimitación de la investigación**

##### **1.1.1. Delimitación territorial**

La investigación se realizó en la Universidad Nacional San Agustín, en la escuela de Biomédica en el área de Biología, en la provincia y departamento de Arequipa.

##### **1.1.2. Delimitación temporal**

La recolección de datos para realizar esta investigación fue desde el 11 de agosto al 2 de septiembre del 2022.

##### **1.1.3. Delimitación conceptual**

Se comparó el efecto antimicrobiano entre el  $\text{ClO}_2$  y CHX *in vitro*, Arequipa, 2022.

#### **1.2. Planteamiento del problema**

La CHX ( $\text{C}_{22}\text{H}_{30}\text{Cl}_2\text{N}_{10}$ ), «es un catiónico sintético bisguanida y tiene un par de anillos simétricos de 4-clorofenilo y dos grupos bisguanida conectados por una cadena de hexametileno» (1).

Es uno de los agentes más estudiados y posee una alta eficacia para poder controlar la placa dental (2).

A comienzos del uso de la CHX se empleó para todas las actividades que tenía que ver con la restauración de los dientes, ya que se utilizaba como agente antiséptico previo a colocar algún material cerca de la cámara pulpar, el problema fue que al terminar el procedimiento ocasionaba caries recurrente y sensibilidad (3).

Yadiki et al. (4) determinó que la «CHX es un agente antimicrobiano que inhibe las bacterias Gram positivas y Gram negativas en grandes diluciones», las propiedades más importantes que tiene la CHX es la sustantividad y su amplio espectro.

El (ClO<sub>2</sub>) tiene propiedades bactericidas, fungicidas y viricidas conocidas desde hace dos décadas. Impide el crecimiento de los microorganismos interfiriendo en el transporte de nutrientes mediante su membrana celular (5).

Existe evidencia científica donde se demuestra que el ClO<sub>2</sub> tiene una alta eficacia antimicrobiana, por otro lado, es un material recién inmerso al campo de la odontología, en el cual aún faltan realizar estudios para llegar a conocer todas sus propiedades y concentraciones en las que se puede preparar, también se sabe que el ClO<sub>2</sub> puede usarse como material de irrigación en endodoncia, no obstante es un material que no tiene los suficientes estudios para llegar a salir al mercado, pero a futuro podría ser comercial en el campo odontológico.

El cuerpo humano alberga una gran cantidad de seres vivos, en su mayoría bacterias, y uno de los lugares en el cual existe una mayor concentración de estos microorganismos es en el aparato estomatognático, se calcula que en promedio  $\frac{1}{3}$  de todas las bacterias de la boca se encuentran en la lengua. La parte del dorso de la lengua puede servir como reservorio de la placa supragingival y subgingival, lo que puede dar origen a otras enfermedades como la gingivitis, periodontitis, también se podría vincular con los problemas de halitosis. Por ello, en ocasiones es importante el uso de algunos colutorios que contengan sustancias que ayuden a equilibrar la microbiota oral, sustancias como la CHX, cloruro de cetil piridina, alcohol, entre otras (6).

La actividad antimicrobiana es la capacidad que tiene un agente (ClO<sub>2</sub> o CHX) para inhibir el aumento de una población de bacterias o para exterminarlas, esto se puede observar de forma general mediante el conteo de bacterias *in vitro*, por otro lado, se puede calcular el grado de actividad antimicrobiana por medio del tamaño del halo de inhibición, esto mediante el método de Kirby Bauer, que consiste en hacerle un examen de sensibilidad a diferentes

bacterias frente a un determinado antibiótico *in vitro*, mientras más pruebas se realicen los resultados tendrán mayor veracidad (7).

La CHX es un material muy usado hoy en día, sin embargo, posee algunas limitaciones, por esta razón se siguen buscando otras variantes, dentro de ellas una propuesta que sale a la luz es el ClO<sub>2</sub> un material poco conocido, sin embargo, ha demostrado poseer un efecto antimicrobiano relativo, por ende, se deben realizar más estudios para que se demuestre de forma certera su efectividad y este pueda ser incluido dentro del campo odontológico. Es por lo que se procederá a comparar ambas soluciones (ClO<sub>2</sub>, CHX) sobre un cultivo de bacterias y así determinar su efecto antimicrobiano.

### **1.3. Formulación del problema**

#### **1.3.1. Problema general**

¿Cuál es la diferencia del efecto antimicrobiano entre el ClO<sub>2</sub> y la CHX *in vitro*, Arequipa, 2022?

#### **1.3.2. Problemas específicos**

¿Cuál es el efecto antimicrobiano generado por la CHX a las concentraciones de 0.3 %, 0.12 %, 0.15 % y 2 %?

¿Cuál es el efecto antimicrobiano generado por el ClO<sub>2</sub> a las concentraciones de 0.10 %, 0.12 %, 0.2 % y 0.30 %?

### **1.4. Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo general**

Comparar el efecto antimicrobiano entre el ClO<sub>2</sub> y la CHX sobre el *Streptococo mutans in vitro*, Arequipa, 2022.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

Evaluar el efecto antimicrobiano generado por la CHX a las concentraciones de 0.3 %, 0.12 %, 0.15 %, y 2 % sobre el *Streptococo mutans*.

Evaluar el efecto antimicrobiano generado por el ClO<sub>2</sub> a las concentraciones de 0.10 %, 0.12 % 0.2 % y 0.30 % sobre el *Streptococo mutans*.



## **1.5. Justificación**

### **1.5.1. Justificación teórica**

La cavidad oral tiene un gran número de microorganismos, ya que presenta un microambiente adecuado de temperatura y nutriente para estos, es así como se encuentran enfermedades como caries, enfermedades periodontales, mal aliento de la boca o llamado también halitosis.

Para eliminar los microorganismos se tiene el cepillado y como complemento el uso de enjuagatorios bucales, uno de ellos es la CHX que es el más conocido y comercializado por su eficaz control en los microorganismos de la boca, sin embargo, presenta efectos secundarios por su uso prolongado como la coloración de los dientes, tinción del dorso de la lengua y la sensación de sabor reducido.

El  $\text{ClO}_2$  es un agente que presenta buenas propiedades antibacterianas, fungicidas y viricidas, no obstante, para usarse en el área de la odontología aún falta realizarse más investigaciones para poder demostrar su eficacia.

### **1.5.2. Justificación práctica**

El presente estudio aporta datos e información relevante sobre el efecto antimicrobiano del  $\text{ClO}_2$  en comparación a la CHX, ya que se comparará estas dos soluciones y se generará más información acerca del potencial bactericida del  $\text{ClO}_2$  el cual podría ayudar a tener una mejor higiene bucal en las personas.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes del problema

##### 2.1.1. Antecedentes internacionales

Herczegh (8) concluyó que las concentraciones de  $\text{ClO}_2$  0.12 %,  $\text{NaClO}$  5.25 % y CHX 2 % sobre bacterias de *Enterococo fecalis*, presentan diferencias antimicrobianas significativas, también se demostró que el  $\text{ClO}_2$  y el hipoclorito de sodio son las soluciones que poseen mayor capacidad para la eliminación de esta bacteria durante los primeros días, a diferencia de la CHX, en los días posteriores el  $\text{ClO}_2$  fue el agente que demostró la mejor capacidad para evitar reinfección y mayor control antimicrobiano a diferencia del hipoclorito de sodio que solo mostró alta eficacia los primeros días, después hubo una reinfección considerable, la CHX mantuvo su capacidad antimicrobiana demostrando ser la segunda solución que controla una posible reinfección bacteriana, al terminar la exposición de estas soluciones frente a esta bacteria el  $\text{ClO}_2$  fue la solución que mejor controló la reinfección bacteriana durante toda la fase experimental.

Calsina et al. (2) concluyeron que la CHX al 0.05 %, 0.12 % y al 0.20 % presentan inhibición en la placa gingival, también dedujeron que a mayor concentración de CHX menor deberá ser el volumen y tiempo del uso del enjuague bucal, ya que el uso de todas las concentraciones genera tinciones en los dientes.

Kandwal (9) mostró que el  $\text{ClO}_2$  ayudan a reducir el índice de placa en pacientes con gingivitis, así como también ayuda a reducir la halitosis por las mañanas,

logrado por el uso del colutorio de ClO<sub>2</sub> durante 14 días, no obstante se demostró que existe una mejora significativa de higiene bucal con el uso de enjuague bucal de ClO<sub>2</sub> más el raspado y alisado radicular, frente solo al enjuague con ClO<sub>2</sub> y frente solo al raspado radicular, por último el solo uso de ClO<sub>2</sub> reduce la placa gingival en menor proporción frente al raspado radicular y al ClO<sub>2</sub> más raspado radicular.

Paraskevas et al. (10) experimentaron que la CHX al 0.2 % tuvo mejor efecto antiplaca frente al ClO<sub>2</sub> como enjuague bucal, pero se observó que los pacientes prefirieron el ClO<sub>2</sub> ya que este no hizo que se altere el sentido del gusto, en comparación con la CHX.

Beata (11) dedujo que las concentraciones muy altas de ClO<sub>2</sub> son muy tóxicas para los fibroblastos gingivales del ser humano, por otro lado, el ClO<sub>2</sub> presenta beneficios sobre la higiene bucal y posee efecto inhibitor sobre las unidades formadoras de la bacteria *Streptococcus mutans*.

García (12) determinó que tanto el dióxido de cloro al 0.12 % y el hipoclorito de sodio al 5.25 % sobre bacterias anaerobias, tienen un efecto antimicrobiano parecido por lo tanto el dióxido de cloro podría considerarse como irrigante endodóntico.

Guadarrama (13) concluyó que las nanopartículas de plata tuvieron un efecto antimicrobiano mayor que la clorhexidina al 2 %.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Vilca (14) estableció que sus resultados arrojaron que el ClO<sub>2</sub> a las concentraciones 0.03 %; 0.05 %; 0.08 %; 0.10 %; 0.15 %, presentan efecto bactericida, sin embargo hay diferencias significativas respecto a cada concentración, la concentración de 0.15 % es la proporción que tiene mayor efecto bactericida frente a las de 0.3 % y 0.5 % que son las que presentan menor efecto bactericida, por otro lado, la diferencia entre la proporción de 0.10 % y 0.15 % también es significativa, por ende, cada concentración posee diferencia significativa a excepción de las concentraciones al 0.8 % y 10 %, a medida que la concentración de ClO<sub>2</sub> se incrementa, el efecto bactericida es mayor.

Guzmán (15) determinó que el ClO<sub>2</sub> estabilizado a las concentraciones de 0.03 %, 0.12 %, no presentan capacidad antimicrobiana y comparada con el agua destilada estéril arrojaron resultados similares, por otro lado, el ClO<sub>2</sub> estabilizado al 0.30 % sí presentó efecto antimicrobiano, pero por debajo al de la CHX al 0.12 % que fue la solución que tuvo mayor efecto antimicrobiano frente a todas las concentraciones de ClO<sub>2</sub> estabilizado.

Vela (16) determinó que el efecto antimicrobiano del extracto etanólico de eucalipto en concentraciones al 50 % y 75 % presentan semejante efecto antimicrobiano sobre el *Streptococo mutans* y al 100 % obtuvo mayor efecto en esta bacteria, por otro lado, la CHX al 2 % tuvo un resultado superior de efecto antimicrobiano sobre el *Streptococo mutans* comparado con las concentraciones del extracto etanólico de eucalipto.

Quispe (17) dedujo que el quitosano en concentraciones al 2.5 % y 3 % tuvo un resultado semejante de eficacia antimicrobiana ante la cepa de *Enterococos faecalis* al compararla con la CHX al 2 %; sin embargo, esta solución presentó mayor efecto antimicrobiano ante la cepa *Enterococos faecalis*.

Tapia (18), concluyó que la *Uncaria tomentosa* en concentraciones al 2 % y 5 % asociada a la CHX al 2 % presenta mayor eficacia antimicrobiana sobre la bacteria *Enterococcus faecalis* que estas soluciones por sí solas.

Gonzales (19) dedujo que el efecto antimicrobiano de la CHX al 2 % elimina la mayor cantidad de unidades formadoras de colonias (UFC) de la bacteria *Streptococos viridans*, también concluyó que habría una mejor adhesión en las restauraciones dentales al aplicar la CHX al 2 %.

Enciso (20) concluyó que el extracto del *Solanum tuberosum* (tocosh) en la concentración de 25 % presentó el menor resultado de actividad antimicrobiana sobre la cepa de *Streptococos mutans*; sin embargo, el extracto de tocosh al 100 % obtuvo el mayor resultado antimicrobiano incluso al compararla con la CHX al 0.12 % sobre el *Streptococo mutans*.

Tiburcio (21) dedujo que el extracto de *Rosmarinus officinalis* (romero) en las concentraciones de 25 %, 50 % y 75 % presentan efecto inhibitorio frente el *Streptococo mutans*, al comparar el extracto de romero y la CHX al 2 % resultó que el extracto de *Rosmarius officinalis* al 25 % tiene menor efecto antimicrobiano y al 75 % presenta el mayor efecto inhibidor sobre esta bacteria.

Encalada (22) concluyó que el hipoclorito de sodio en concentración de 0.05 % presenta menor acción preventiva en la acumulación de placa bacteriana contra la CHX al 2 %, por otro lado, el hipoclorito de sodio al 0.05 % presenta mayor acción preventiva en el desarrollo de la inflamación gingival contra la CHX al 2 %.

Purca (23) demostró que el extracto etanólico de *Rosmarinus officinalis* presenta efecto antimicrobiano, y a medida que la concentración del extracto aumenta el efecto antimicrobiano es mayor; sin embargo, la concentración de 25 mg/ml tuvo menor efecto antimicrobiano comparado a la CHX con una concentración de 0.12 %, y la concentración al 50 mg/ml y 75 mg/ml, tuvieron mayor efecto antimicrobiano frente a la CHX de 0.12 %.

Cuyan (24) demostró que existe efecto antimicrobiano de extracto hidroetanólico de semillas de *Caesalpinia spinosa in vitro* frente al *Enterococos faecalis*, sin embargo, su efecto desinfectante no fue mayor al hipoclorito de sodio 5.25 %, pero sí supero al gluconato de CHX al 2 %.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Microorganismos de la cavidad oral**

La cavidad oral es un ambiente donde conviven una gran cantidad de microorganismos, dentro de ella, se puede encontrar virus, hongos y lo que más predomina bacterias, ya que es una zona donde se almacenan la mayor cantidad de microorganismos del cuerpo, estos microorganismos van a crecer y permanecer en la boca formando así una comunidad microbiana (25).

### **2.2.2. Caries dental**

La caries dental es una enfermedad producida por la bacteria *Streptococo mutans*, para que el *streptococo* pueda iniciar su proceso de destrucción dentinario deben intervenir varios factores, es por lo que es una enfermedad de origen

multifactorial, esta bacteria desmineraliza el esmalte, destruyendo así las partes inorgánicas del diente hasta destruir todo el tejido de las piezas dentales, la caries afecta directamente a la salud general de los pacientes, ya que no solo afecta su integridad física sino que además de esta también daña su salud mental, ya que con la caída de las piezas dentales pueden generar problemas de autoestima, malogrando su calidad de vida (26).

Una característica de la caries dental es que solo se puede originar con la presencia de carbohidratos como el azúcar. La incidencia a desarrollar caries de manera agresiva con la presencia de carbohidratos está relacionado directamente a causas genéticas y al consumo de micronutrientes, uno de ellos la vitamina D (26).

La cavitación de los dientes tiene un origen y evolución, a este proceso se le llama caries dental, que se origina sobre la superficie del esmalte y es producto de un largo tiempo de semanas, meses, años. Antes de formar caries dental primero se forma placa dental, siendo así la primera manifestación de esta enfermedad. Lo que causa la destrucción del tejido dental es la formación de ácidos, es por lo que hoy en día se centra más en cambiar el pH ácido, esto con el fin de neutralizar la formación de las caries (26).

### **2.2.3. Etiología**

La caries dental es una enfermedad que está relacionada a varios factores entre ellos la anatomía de los dientes, el pH salival, ausencia de anticuerpos en la saliva, alteraciones del esmalte. Por otro lado, está la dieta, la higiene dental, el consumo inadecuado de agua. Otros estudios señalan que hay una relación de la salud bucal directamente relacionada a la clase social, ya que muestran que hay mayor incidencia de caries dental en niños de clase económica baja (27).

Los factores que se relacionan directamente con la aparición de caries son el huésped, donde se habla del paciente, ya que se ve afectado por causas como la edad, trastornos endocrinos, alteración de la saliva, mala oclusión de los dientes. Otro factor es la microflora donde intervienen organismos protectores y otros patógenos. El tiempo es otro factor, ya que a mayor tiempo expuesto el diente frente a los ácidos creados por las bacterias la incidencia de caries aumenta y el último factor de la formación de caries son las bacterias como el *Streptococo mutans* que fermentan los

azúcares junto a otros microorganismos, lo que forma un medio ácido ideal (pH 4 – 6) para que bacterias como el *S. Mutans*, actinomicetes, lactobacilos se desarrollen (26).

#### **2.2.4. Epidemiología**

La caries dental es una enfermedad que afecta a la mayoría de las personas en todo el mundo, la gran mayoría de personas tanto adultos como niños experimentan esta patología, es un problema mundial, ya que el 4.6 % de riqueza mundial va destinado a tratar esta enfermedad, es por lo que se requiere mejorar el sistema de salud, mejores herramientas de diagnóstico y prevención (27).

Durante las últimas décadas, a pesar de los muchos avances que tuvo la ciencia desarrollando mecanismos bioquímicos y etiológicos para prevenir esta patología, la caries dental aún se manifiesta en las personas como estilo de vida. En Perú, los jóvenes y niños son los que presentan un mayor porcentaje de incidencia de caries dental mayor al 90 %, la prevalencia en el área rural es del 88.6 % mientras la prevalencia de caries en áreas urbanas es de 90.5 % (27).

«El índice promedio de ceo-d/CPO-D en el Perú es de 5.84 y el promedio de dientes ceod/CPO-D de 12 años es de 3.67» el índice de caries dental en comparación de otros países es alto, esto debido a los deficientes planes de prevención que plantea el Estado, como la fluorización de la sal, ya que esta medida de prevención no llega a todos los departamentos del Perú. Los principales agentes relacionados a la creación de caries dental son los *Streptococos mutans*, *Streptococos gobrinus*, *Streptococos gordinni*, *actinomicetes* y *lactobacillus* (28).

En todo el mundo, la sociedad científica determinó que el causante de la caries dental en su mayor porcentaje es producto del *Streptococo mutans*, ya que es el microorganismo de mayor influencia en la aparición de caries dental, por esta razón todas las estrategias para prevenir la caries dental van directamente enfocadas al *S. mutans*, buscando detener su proliferación antes de que destruya todos los tejidos del diente (27).

#### **2.2.5. *Streptococo mutans***

El *Streptococo mutans* es microorganismo de tipo bacteriano que se encuentra de manera natural en la boca y que puede contribuir a la aparición de caries

dental. Esta bacteria se alimenta de azúcares y carbohidratos presentes en la dieta y produce ácidos como resultado de su metabolismo. Los ácidos producidos por el *Streptococcus mutans* pueden disolver el esmalte dental y dañar la estructura del diente, lo que puede llevar a la aparición de caries (26).

Además, el *Streptococcus mutans* produce una sustancia llamada glucano, que es una especie de pegamento que le permite adherirse al esmalte dental y formar parte de la placa dental, esta es una capa fina y pegajosa formada por bacterias y restos de alimentos que se acumula sobre los dientes, puede ser difícil de eliminar con el cepillado e hilo dental. Si no se elimina adecuadamente, la placa dental puede convertirse en un caldo de cultivo para las bacterias y contribuir a la aparición de las caries (29).

Para prevenir la caries dental causada por el *Streptococcus mutans* y otras bacterias, es importante llevar una buena higiene oral y evitar el consumo de bebidas y alimentos que tengan un alto contenido de carbohidratos o azúcares. También puede ser útil utilizar productos que contengan flúor, que puede ayudar a fortalecer el esmalte dental y hacerlo más resistente a los ácidos producidos por las bacterias, el *Streptococcus mutans* produce ácido láctico y metaboliza la sacarosa, glucosa, fructosa, formando así un medio ácido (4.2 a 7) ideal donde pueda convivir junto a otras bacterias (29).

#### **2.2.5.1. Características del *Streptococcus mutans***

Es una bacteria gram-positiva, lo que significa que tiene una capa gruesa de peptidoglicano en su pared celular y se tiñe de color rojo con un tinte de Gram, tiene una forma esférica u ovalada y se encuentra en pares o en cadenas, es anaerobia facultativa, lo que significa que puede sobrevivir en ambientes con la presencia de oxígeno como con la ausencia de este, produce ácido láctico como producto final del metabolismo de la glucosa, lo que contribuye a la erosión del esmalte dental y a la formación de caries, es resistente al pH ácido y puede sobrevivir en ambientes con un pH tan bajo como 4,5. Es capaz de formar *biofilm*, una capa protectora de polisacáridos y proteínas que le permite adherirse a las superficies duras de los dientes y resistir el flujo salival y las defensas del sistema inmunológico. Se transmite principalmente a través del contacto cercano con otras personas, como



compartir alimentos o utensilios, o a través del contacto con objetos contaminados con la bacteria (29).

Se clasifican en (29):

1. *Streptococcus mutans*
2. *S. no viridans*
3. *S. viridans*
4. *S. sobrinus*
5. *S. cricetus*
6. *S. rattus*
7. *S. ferus*
8. *S. macacae* (serotipo c)
9. *S. downei* (serotipo h)

#### **2.2.5.2. Contagio del *S. Mutans***

El contagio de esta bacteria principalmente se da en la infancia de manera directa de la madre al hijo (transmisión vertical), la erupción temprana de los dientes aumenta la incidencia de adquirir caries, en edades más tempranas de los infantes (29).

#### **2.2.5.3. Adherencia del *Streptococcus mutans***

Una de las características que permite al *S. mutans* adherirse a los dientes es su capacidad para producir polisacáridos, que le dan una cierta viscosidad y le permiten adherirse a los dientes y otros tejidos de la boca. Además, el *S. mutans* tiene estructuras especiales llamadas fimbrias y Pili, que le permiten adherirse a los tejidos de la boca y formar colonias (29).

La adherencia del *S. mutans* a los dientes es un proceso complejo y se relaciona con otros factores, como la presencia de otros microorganismos en la cavidad oral, la dieta y salud general de las personas. La adherencia del *S. mutans* a los dientes es un proceso activo que puede ser influenciado por el uso de productos de higiene oral o tratamientos médicos (29).

Es importante controlar la adherencia del *S. mutans* y otros microorganismos a los dientes, ya que pueden contribuir a la formación de

caries dentales y a otros problemas de salud oral. Una buena higiene oral, incluyendo el cepillado y el uso de enjuagues bucales, puede ayudar a reducir la adherencia del *S. mutans* y prevenir la formación de caries dentales (29).

#### **2.2.6. Dióxido de cloro**

El  $\text{ClO}_2$  tiene una composición química en la cual se presenta un gas incoloro con un olor característico y un sabor agrio. Se puede fabricar a partir de la reacción de ácido clorhídrico más clorito de sodio, y es utilizado principalmente como agente oxidante en procesos industriales (30).

El  $\text{ClO}_2$  ha sido utilizado en odontología como desinfectante y blanqueador dental durante muchos años. Se considera que tiene propiedades germicidas y puede ser efectivo para eliminar bacterias y otros patógenos de la boca. Sin embargo, su uso en odontología ha sido controvertido y no está aprobado por todas las agencias reguladoras (10).

Algunos estudios han sugerido que el  $\text{ClO}_2$  puede ser efectivo para blanquear los dientes y reducir el mal aliento, pero otros han encontrado resultados menos concluyentes. Además, el  $\text{ClO}_2$  es un compuesto tóxico y puede causar efectos secundarios graves al inhalarse o si se ingiere en grandes cantidades (11).

##### **2.2.6.1. Características**

Es un compuesto químico que se ha utilizado como biocida durante muchos años. Se considera que tiene propiedades germicidas y puede ser efectivo para eliminar bacterias, virus y otros patógenos (31).

El  $\text{ClO}_2$  se presenta como un gas incoloro con un olor característico y un sabor agrio. A temperatura ambiente y presión atmosférica, se encuentra en estado gaseoso, pero puede condensarse a un líquido incoloro a altas presiones o bajas temperaturas, también se utiliza en la producción de agua potable para eliminar patógenos y contaminantes orgánicos (31).

##### **2.2.6.2. Mecanismo de acción**

El  $\text{ClO}_2$  se debe a su capacidad para oxidar las moléculas de proteínas y lípidos de las células de los patógenos. Esto puede dañar la estructura y

funcionalidad de estas moléculas y finalmente destruir sus células. Además, el  $\text{ClO}_2$  puede liberar oxígeno al reaccionar con otras sustancias, lo que también puede contribuir a su actividad biocida. Se considera que tiene propiedades germicidas y puede ser efectivo para eliminar bacterias, virus y otros patógenos (32).

### **2.2.6.3. Dióxido de cloro estabilizado**

El dióxido de cloro tiene una composición química la cual lleva como fórmula  $\text{ClO}_2$ . Se trata de un gas tóxico y corrosivo que se utiliza como agente oxidante y desinfectante en diferentes industrias. Algunos productos comerciales contienen  $\text{ClO}_2$  estabilizado, es decir, se añade una sustancia química para evitar que el  $\text{ClO}_2$  se descomponga rápidamente y pierda su eficacia (15).

Se ha utilizado el  $\text{ClO}_2$  estabilizado como un producto de limpieza y desinfección en diferentes industrias, como la industria alimentaria y la industria de la piscicultura. También se ha utilizado como tratamiento alternativo para algunas enfermedades, aunque no existe evidencia científica suficiente para respaldar su eficacia en el tratamiento de enfermedades humanas y no está aprobado por la «Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA)» para ese propósito (31).

### **2.2.6.4. Preparación del $\text{ClO}_2$ estabilizado**

La producción de  $\text{ClO}_2$  estabilizado suele comenzar con el cloro y el ácido hipocloroso ( $\text{HClO}$ ). El cloro se mezcla con el ácido hipocloroso en una proporción controlada para producir  $\text{ClO}_2$ . A continuación, se añade un agente estabilizante para impedir que el  $\text{ClO}_2$  se evapore rápidamente (33).

Los agentes estabilizantes comunes pueden ser sales de amonio, al igual que el cloruro de amonio y polímeros como el polietileno glicol. Estos agentes se añaden en pequeñas cantidades y se mezclan con el  $\text{ClO}_2$  para formar el producto final (33).

Es importante tener en cuenta que la producción de  $\text{ClO}_2$  requiere precaución y seguir medidas de seguridad adecuadas, ya que el  $\text{ClO}_2$  es un gas

bastante peligroso en grandes concentraciones (tóxico y corrosivo), también es importante seguir las regulaciones y leyes aplicables en cuanto a la producción y el manejo de este producto (33).

#### **2.2.6.5. Aplicaciones comunes del ClO<sub>2</sub>**

El ClO<sub>2</sub> se utiliza como agente oxidante y desinfectante en diferentes industrias. Algunas de las aplicaciones comunes del ClO<sub>2</sub> incluyen (31):

Industria alimentaria: se utiliza para desinfectar el agua de enfriamiento y para desinfectar el equipo y las superficies de trabajo en la industria alimentaria.

Industria de la piscicultura: se utiliza para desinfectar el agua de los estanques de peces y para controlar las infecciones bacterianas y fúngicas.

Industria del tratamiento de aguas: se utiliza para fabricar agua potable y para destruir el material orgánico en el tratamiento de aguas residuales.

Industria textil: se utiliza para blanquear y desinfectar la ropa y los tejidos.

El ClO<sub>2</sub> se utiliza a diferentes niveles de concentración, dependiendo de la aplicación y del objetivo deseado. En general, se recomienda utilizar el ClO<sub>2</sub> a una concentración mínima de 50 partes por millón para obtener un efecto desinfectante adecuado (30).

Sin embargo, en algunas aplicaciones se pueden utilizar concentraciones más altas de ClO<sub>2</sub>. Por ejemplo, para tratar aguas potables se pueden utilizar concentraciones de hasta 500 ppm de ClO<sub>2</sub> para desinfectar el agua. En el tratamiento de aguas residuales, se pueden utilizar concentraciones más altas aún, hasta 1000 ppm, para eliminar el material orgánico (14).

#### **2.2.6.6. Uso del ClO<sub>2</sub> como tratamiento**

El ClO<sub>2</sub> se ha utilizado como ingrediente en algunos productos de enjuague bucal o colutorios, ya que se cree que puede tener propiedades desinfectantes y oxidantes. Sin embargo, no existe evidencia científica suficiente para avalar la eficacia del ClO<sub>2</sub> en el cuidado oral (11).

#### **2.2.7. Clorhexidina**

La CHX es un agente químico que tiene como fórmula C<sub>22</sub>H<sub>30</sub>Cl<sub>2</sub>N<sub>10</sub>. Se trata de un desinfectante utilizado en diferentes aplicaciones de limpieza y desinfección, como agente de limpieza en la piel y para curar heridas. También se utiliza como ingrediente en productos de cuidado oral, como enjuagues bucales y pastas para encías (17).

##### **2.2.7.1. Características**

La CHX posee las siguientes características (34):

**Efectividad:** La CHX puede eliminar una amplia variedad de microorganismos, como bacterias, hongos y virus. Es eficaz contra una amplia variedad de patógenos, incluyendo bacterias gramnegativas y grampositivas.

**Larga duración de acción:** La CHX tiene una acción duradera y puede continuar matando a los microorganismos durante varias horas después de su aplicación.

**Amplio espectro de actividad:** La CHX es efectiva contra una amplia gama de patógenos y se utiliza en diferentes aplicaciones de limpieza y desinfección.

**Irritante:** La CHX puede causar irritación en la piel y en los ojos desencadenando reacciones alérgicas en algunas personas. Se aconseja seguir las instrucciones del fabricante con las medidas de seguridad adecuadas al momento de utilizar este producto.

**Solubilidad:** La CHX es soluble en agua y se puede mezclar fácilmente con otros productos químicos.

### **2.2.7.2. Mecanismo de acción**

Se basa en la inhibición de la síntesis de proteínas en las células de las bacterias, lo que conduce a su muerte (34).

Cuando la CHX llega a las células microbianas, se mezcla con las proteínas de la membrana celular y bloquea la absorción de nutrientes. Esto interrumpe el metabolismo y la reproducción de las células microbianas y conduce a su muerte. La CHX también puede dañar la estructura de la membrana celular (34).

### **2.2.7.3. Fabricación de la CHX**

Se fabrica a partir de una reacción química entre el cloruro de etileno tiamina y el cloro. El proceso de fabricación de la CHX puede variar dependiendo del fabricante y de la formulación deseada. En general, el proceso incluye los siguientes pasos (34):

Preparación de los reactivos: se preparan los reactivos necesarios para la reacción química, que incluyen cloruro de etileno, diamina y cloro.

Mezcla de los reactivos: los reactivos se mezclan en un recipiente cerrado y se someten a una reacción química.

Filtración: se filtra el producto resultante para separar el exceso de reactivos e impurezas.

Purificación: el producto se somete a procesos adicionales de purificación para eliminar impurezas y asegurar una alta pureza.

### **2.2.7.4. Uso de la CHX en la odontología**

En odontología se utiliza como ingrediente en productos de cuidado oral, como enjuagues bucales y enjuagues para encías (35).

La CHX es efectiva para matar una amplia variedad de microorganismos y se utiliza para reducir el sarro en la boca. También se

utiliza en el tratamiento de enfermedades periodontales como lo son la gingivitis y la periodontitis (35).

La CHX en la odontología se usa para (34):

Prevenir la formación de placa dental: Al matar a las bacterias que causan la placa dental, la CHX puede ayudar a prevenir la formación de placa y el desarrollo de enfermedades de las encías.

Desinfectar heridas: La CHX se puede utilizar para desinfectar heridas en la boca, como cortes o mordeduras, y para prevenir la infección.

Desinfectar instrumentos: La CHX se utiliza para desinfectar instrumentos odontológicos entre pacientes y reducir la concentración de bacterias.

Desinfección de la boca: Se utiliza en enjuagues bucales para matar a las bacterias y ayudar a prevenir la placa dental y el sarro.

Desinfección de la piel: Se utiliza para desinfectar la piel antes de realizar procedimientos odontológicos, como extracciones dentales o cirugía.

### **2.3. Definición de términos básicos**

Antimicrobiano: sustancia o agente que mata o inhibe el crecimiento de organismos como bacterias, hongos y virus (36).

Desinfección: La desinfección es el proceso de eliminar o matar patógenos (organismos que causan enfermedades) de una superficie o un ambiente (37).

Biocida: Un biocida es un agente químico o producto que es usado para matar o controlar la proliferación de organismos vivos que pueden ser desfavorables para las personas, los animales o el medio ambiente (37).

Halitosis: también conocida como mal aliento, es una afección en la que la persona tiene un olor desagradable en la boca (38).

Multifactorial: se refiere a algo que es causado o influenciado por varios factores diferentes (29).

Inactivación celular: La inactivación celular es un proceso en el que las células pierden su capacidad para funcionar normalmente. Esto puede ser causado por diferentes factores, como el daño o la mutación del material genético de la célula, el envejecimiento o la exposición a sustancias tóxicas o agentes patógenos (39).

PH salival: El pH de la saliva puede ser alcalino, ácido o neutro. La saliva es una solución acuosa que se crea en las glándulas salivales y se secretan en la boca. El pH de la saliva normalmente está entre 6,7 y 7,4, el pH de la saliva puede variar debido a varios factores, como la dieta, la ingesta de alcohol y el uso de medicamentos. Un pH bajo (es decir, ácido) en la saliva puede contribuir al desarrollo de la caries dental, mientras que un pH alto (es decir, alcalino) puede ayudar a prevenir la caries (40).



## CAPÍTULO III

### HIPÓTESIS Y VARIABLES

#### 3.1. Hipótesis

##### 3.1.1. Hipótesis general

Existen diferencias significativas al comparar el efecto antimicrobiano entre el dióxido de cloro y la clorhexidina *in vitro*, Arequipa, 2022.

##### 3.1.2. Hipótesis específicas

Es probable que la concentración de CHX al 2 % sea la que tenga mayor efecto antimicrobiano sobre el *Streptococos mutans*.

Es probable que la concentración de ClO<sub>2</sub> al 0.30 % sea la que tenga mayor efecto antimicrobiano sobre el *Streptococos mutans*.

#### 3.2. Identificación de variables

**Tabla 1. Variables e indicadores**

Variable	Indicadores
Variable estímulo: CHX	CHX C22H30CL2N10 Concentración al 0.3 %, 0.12 %, 0.15 %, 2 %
Variable estímulo: ClO <sub>2</sub>	ClO <sub>2</sub> Concentración al 0.10 %, 0.12 %, 0.2 %, 0.30 %
Variable respuesta: Efecto antimicrobiano	Diámetro del halo inhibitorio Expresión milimétrica (mm)

### 3.3. Operacionalización de variables

Tabla 2. Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Operacionalización		Tipo de variable
				Indicadores	Escala de medición	
<b>Variable estímulo:</b> CHX	Es un agente antimicrobiano que inhibe las bacterias Gram positivas y Gram negativas en grandes diluciones. Las propiedades más importantes que tiene la CHX es la sustantividad y su amplio espectro contra las bacterias (13).	La CHX al 2 % se obtendrá de laboratorio de Fasa para preparar la concentración al 0.12 %, 0.15 %, 0.3 %, 2 % se realizará por una dilución.	Concentración de CHX al 0.12 %, 0.15 %, 0.3 %, 2 %	CHX al 0.12 %, 0.15 %, 0.3 %, 2 %	Concentración del principio activo: Porcentaje	Ordinal
<b>Variable estímulo:</b> ClO <sub>2</sub>	El ClO <sub>2</sub> tiene propiedades bactericidas, viricidas y fungicidas conocidas desde hace dos décadas. Impide el crecimiento de los microorganismos interfiriendo en el transporte de nutrientes mediante su membrana celular (5).	El ClO <sub>2</sub> al 0.30 % se obtuvo del laboratorio Fasa y para preparar la concentración al 0.10 %, 0.12 %, 0.2 %, 0.30 % se realiza por dilución.	Concentración de ClO <sub>2</sub> al 0.10 %, 0.12 %, 0.2 %, 0.30 %	ClO <sub>2</sub> al 0.10 %, 0.12 %, 0.2 %, 0.30 %	Concentración del principio activo: Porcentaje	Ordinal
<b>Variable respuesta:</b> Efecto antimicrobiano	La actividad o eficacia antimicrobiana es la capacidad que tiene un agente para inhibir el aumento de una población de bacterias o para exterminarlas y se puede manifestar de forma cuantitativa en pruebas <i>in vitro</i> (5).	El efecto antimicrobiano se medirá de acuerdo con el halo inhibitorio que se forme sobre las placas de microorganismos.	Halo inhibitorio de crecimiento bacteriano, conteo numérico	Diámetro del halo inhibitorio	Razón: mm	Cuantitativa continua

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA**

#### **4.1. Métodos, tipo y nivel de la investigación**

##### **4.1.1. Método de la investigación**

El método de investigación fue el método científico, ya que según Bunge (41) este sigue un proceso y orden para poder obtener resultados sobre la realidad, la aplicación de este método facilita que las explicaciones que se proponen sobre el fenómeno sean sometidas a pruebas sistémicas y rigurosas para así verificar su confiabilidad y validez.

##### **4.1.2. Tipo de la investigación**

Aplicada, ya que se resolvió un problema determinado, por medio de un cultivo en el cual se comparó el efecto antimicrobiano entre dos sustancias (42).

##### **4.1.3. Alcance de la investigación**

Explicativo: porque existe una relación entre variables, una que es el estímulo (CHX y el ClO<sub>2</sub>) y otra la respuesta (efecto antimicrobiano), es decir, se analizó el efecto de la CHX y el ClO<sub>2</sub> frente al *Streptococos mutans* con el fin de encontrar respuestas de su eficacia antimicrobiana (42).

#### **4.2. Diseño de la investigación**

Experimental: porque se estableció el posible efecto de una causa, en una situación de control donde la variable o variables independientes (estímulo) se manipularon para analizar

sus consecuencias (respuesta), por ende, se procedió a cultivar bacterias a distintas concentraciones en placas Petri (42).

Transversal: porque se procedió a medir el crecimiento de bacterias en un momento determinado (a las 24 horas) después de aplicar las concentraciones de dióxido de cloro y clorhexidina y según Hernández (42) es transversal porque los datos se recolectaron en solo un tiempo específico para analizar el comportamiento del fenómeno.

Prospectivo: porque los resultados se obtuvieron a partir del crecimiento bacteriano, es decir, que se planificó y se diseñó el estudio antes que se proceda a la recolección de todos los datos (42).

#### **4.3. Población**

La población de estudio estuvo constituida por la totalidad de placas Petri con el cultivo con la que fueron preparadas, siendo el total de 107 placas Petri.

#### **4.4. Muestra**

Se trabajó con la población de placas Petri, es decir 107, de las cuales aplicando los criterios de inclusión y exclusión propuestos en esta investigación se determinó que 90 de ellas reunían estos criterios, por lo tanto, estaban aptas para realizar la experimentación, constituyéndose en la muestra. La técnica de selección se realizó a través del muestreo probabilístico.

Se cultivaron 90 placas Petri con *Streptococcus mutans*, embebidas con discos de papel filtro mediante el método de Kirby Bauer y se dividió en 9 grupos diferentes, cada placa Petri con 5 discos de papel filtro obteniendo así un total de 450 repeticiones, en cada 10 placas Petri se colocó una sola concentración tanto de ClO<sub>2</sub> como de CHX o de agua destilada, obteniendo así 10 placas Petri cada una con cinco discos de papel filtro embebidos con ClO<sub>2</sub> a la concentración de 0.10 % (50 repeticiones), 10 placas Petri cada una con cinco discos de papel filtro embebidos con ClO<sub>2</sub> a la concentración de 0.12 % (50 repeticiones), 10 placas Petri cada una con cinco discos de papel filtro embebidos con ClO<sub>2</sub> a la concentración de 0.20 % (50 repeticiones), 10 placas Petri cada una con cinco discos de papel filtro embebidos con ClO<sub>2</sub> a la concentración de 0.30 % (50 repeticiones), 10 placas Petri cada una con cinco discos de papel filtro embebidos con CHX a la concentración de 0.3 % (50 repeticiones), 10 placas Petri cada una con cinco discos de papel filtro embebidos con CHX a la concentración de 0.12 %

(50 repeticiones), 10 placas Petri cada una con cinco discos de papel filtro embebidos con CHX a la concentración de 0.15 % (50 repeticiones), 10 placas Petri cada una con cinco discos de papel filtro embebidos con CHX a la concentración de 0.2 % (50 repeticiones) y por último se tuvo un grupo de 10 placas Petri cada una con cinco discos de papel filtro que contenían agua destilada como grupo control (50 repeticiones). Se acordó llegar a un número de 10 placas Petri por muestra, ya que 3 placas Petri es una práctica recomendada en la investigación científica en general, no tiene una limitación específica pero se recomienda por lo menos realizar tres repeticiones por muestra para asegurar resultados más precisos, reducir la variabilidad experimental y obtener un mejor análisis de datos.

#### **Criterios de inclusión**

- Placas Petri en buen estado
- Placas Petri que formaron un buen crecimiento de colonias

#### **Criterios de exclusión**

- Placas Petri con colonias bacterianas ausentes
- Placas Petri rotas
- Placas Petri con presencia de pigmentaciones

### **4.5. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos**

#### **4.5.1. Técnicas**

Observación de laboratorio

#### **4.5.2. Instrumento de recolección de datos (anexo 5)**

##### **A. Diseño**

Los datos se recopilaron en una ficha de recolección de datos, que vendría a ser nuestro instrumento, es de creación propia y fue evaluada por un juicio de expertos, esta ficha se hizo con la finalidad de agrupar y ordenar mejor los resultados en el programa de Excel 2016, se distribuyeron en 9 grupos diferentes, cada uno con 10 placas Petri y cinco discos de papel filtro, esto con el fin de que al haber obtenido todos los datos se puedan comparar entre sí. Para poder analizar las medidas de los halos de inhibición y asegurar una mejor precisión se utilizó un vernier calibrado para tener datos exactos dentro de la ficha de recolección de datos, este cuenta con las siguientes características:

- Vernier de la marca Ubermann, aparato calibrado por el fabricante con certificado de calibración, 2000-1010, el vernier también conocido como calibre vernier o pie de rey, fue inventado por el científico francés Pierre Vernier en el siglo XVII, es un instrumento de medición que permite medir con mayor precisión que una regla convencional.

Posteriormente, los datos recopilados se analizaron con el programa EPI-INFO versión 6.0 (OPS - OMS).

### **B. Confiabilidad**

No todas las fichas de recolección necesitan una prueba estadística de confiabilidad, en este caso la ficha de recolección de datos se utilizó para registrar observaciones directas de un fenómeno sin necesidad de medir una variable en particular, por este motivo una prueba de confiabilidad no es necesaria (43).

### **C. Validez**

Instrumentó validado por juicio de expertos.

#### **4.5.3. Procedimiento de la investigación**

La parte experimental se realizó en el laboratorio de microbiología de la Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa.

El Mg. Wilmer Julio Paredes Fernández autorizó el uso del laboratorio y se tuvo el apoyo de indicaciones de los procedimientos de la experimentación por parte del Dr. Armando Carrillo Fernández para poder recolectar los datos concernientes a la investigación.

##### **4.5.3.1. Obtención de la bacteria**

La bacteria que se usó para realizar este proyecto fue una bacteria anaerobia facultativa, Gram positiva (*Streptococcus mutans*) fueron adquiridas del laboratorio Genlab en estado liofilizado. Esta fue reactivada en agar cerebro corazón (BHI) en placas Petri se incubaron a una temperatura de 37 °C por 24 horas.

Se realizó el frotis en las láminas portaobjetos de la bacteria cultivada para posteriormente realizar la coloración de Gram para observar características morfológicas en el microscopio Phoenix XSP-15A 04020001.

#### **4.5.3.2. Obtención del ClO<sub>2</sub>**

Se utilizó el ClO<sub>2</sub> al 0.10 %, 0.12 %, 0.2 %, 0.3 % para obtener las otras concentraciones, se mezclaron con agua destilada con ayuda de una pipeta de la siguiente manera: para obtener 0.10 % (0.3 % de ClO<sub>2</sub> más 40 ml de agua destilada), al 0.12 % (0.3 % de ClO<sub>2</sub> más 67ml de agua destilada) y al 0.2 % (0.3 % de ClO<sub>2</sub> más 33 ml de agua destilada) reservando cada concentración en recipientes de vidrio color ámbar esterilizados.

#### **4.5.3.3. Obtención de la CHX**

Se utilizó la CHX al 0.3 %, 0.12 %, 0.15 %, 2.0 %. Para obtener las otras concentraciones las mezclamos con agua destilada con ayuda de una pipeta de la siguiente manera para obtener al 0.3 % (2 % de CHX más 25 ml de agua destilada), 0.12 % (2 % de CHX más 7.5 ml de agua destilada) y 0.15 % (2 % de CHX más 6 ml de agua destilada) reservando cada concentración en un recipiente de vidrio color transparente esterilizados.

#### **4.5.3.4. Preparación del agar en las placas Petri**

Se preparó agar (BHI) cerebro corazón se utilizó 125 g de agar más agua destilada en un matraz Erlenmeyer, una vez esterilizado el medio se colocó en baño maría para que diluya el agar y posteriormente fue esterilizado (autoclave Solingen 32220025-0007) a una temperatura de 130 °C en un tiempo de 40 minutos.

Luego de eso se esterilizó el medio y se colocó en las 90 placas Petri esterilizadas el agar cerebro corazón y se esperó un estimado de tiempo de 3 a 5 minutos para que gelifique.

#### **4.5.3.5. Cultivo de las bacterias**

En un medio estéril se alistó las bacterias ya reactivadas y las 90 placas Petri para hacer el sembrado de la bacteria con ayuda de un asa de inoculación con la técnica de agotamiento en toda la extensión de la placa

Petri en la infusión cerebro corazón evitando dejar alguna zona libre del inóculo.

Posteriormente, se colocó 5 discos de papel filtro estériles en cada medio de cultivo usándose así 450 discos en total.

En cada disco se aplicó las sustancias antimicrobianas con ayuda de micropipetas con 20 ul de contenido del ClO<sub>2</sub> a las concentraciones de 0.10 %, 0.12 %, 0.2 %, 0.3 % y la CHX a las concentraciones de 0.3 %, 0.12 %, 0.15 %, 2.0 %. Las 90 placas Petri se envolvieron cuidadosamente y se llevaron a incubar a 37 °C por 24 horas.

#### 4.5.3.6. Lectura de los halos de inhibición

Luego de las 24 horas de cultivo se observó la inhibición de las sustancias antimicrobianas, midiendo en milímetros los halos de inhibición de cada disco de cada placa Petri y se registró los diámetros en la hoja de recolección de datos.

**Tabla 3. Escala de Duraffourd**

Estado	Medidas en mm
sensibilidad nula (-)	< 8 mm
sensible (+)	>8 mm ≤14 mm
muy sensible (++)	>14-20 mm
sumamente sensible (+++)	> 20 mm

*Fuente: tomada de Valle et al. (44)*

Se aplicaron las pruebas estadísticas de análisis de varianza y su complemento Tukey y t de Student para establecer si existen diferencias entre los grupos de estudio se asume un valor de  $p < 0.05$ , en el caso el valor de  $p \Rightarrow 0.05$ , concluyendo que los grupos comparados son iguales.

#### 4.6. Consideraciones éticas

Se realizó la eliminación de residuos sólidos que se generan en los laboratorios, con los protocolos establecidos para evitar el riesgo de exposición del personal de mantenimiento, según las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS).



Este proyecto de investigación fue revisado y aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Continental.

## CAPÍTULO V RESULTADOS

### 5.1. Presentación de resultados

**Tabla 4. Efecto antimicrobiano de la CHX a diferentes concentraciones sobre *Streptococcus mutans***

Halo de inhibición	CHX			
	0.12 % (a)	0.15 % (b)	0.30 % (c)	2.0 % (d)
Media aritmética (promedio)	11.96	15.46	14.60	22.30
Desviación estándar	2.01	0.95	0.85	1.96
Valor mínimo	8.00	14.00	13.00	19.00
Valor máximo	14.50	17.00	16.00	26.00
Muestras	50	50	50	50

*Fuente: tomada de la ficha de recolección de datos*

P = 0.000 (P < 0.05) S. S.

a < b = c < d

**Interpretación:** En la tabla 4 se observa que a medida que la concentración de CHX aumenta, el efecto antimicrobiano es mucho mayor, por ende los halos de inhibición presentan un mayor diámetro. La concentración que presentó menor efecto fue del 0.12 %, formando un halo promedio de 11.96 mm, luego estuvo el 0.30 % con un halo inhibitorio de 14.60 mm, seguidamente se posicionó el 0.15 % con 15.46 mm y la concentración del 2.0 % es la que presentó el halo más grande, con 22.30 mm. Según la prueba estadística aplicada de análisis de varianza, existen diferencias significativas entre las distintas concentraciones de CHX

puestas a prueba, demostrándose con la prueba de Tukey que la mejor corresponde a la concentración del 2.0 %; ahora bien, otro hallazgo interesante es que tanto la concentración al 0.15 % como la de 0.30 % tuvieron el mismo efecto antimicrobiano sobre las cepas de *Streptococcus mutans*. Tomando en cuenta a la escala de Duraffourd, la CHX estuvo entre los grados sensible, muy sensible y sumamente sensible.

**Tabla 5. Efecto antimicrobiano del ClO<sub>2</sub> a diferentes concentraciones sobre *Streptococcus mutans***

Halo de inhibición	ClO <sub>2</sub>			
	0.10 % (a)	0.12 % (b)	0.20 % (c)	0.30 % (d)
Media aritmética (promedio)	6.12	6.16	6.24	7.68
Desviación estándar	0.47	0.44	0.50	0.66
Valor mínimo	5.00	5.50	5.50	6.50
Valor máximo	7.00	7.00	7.00	9.00
Muestras	50	50	50	50

*Fuente: tomada de la ficha de recolección de datos*

P = 0.000 (P < 0.05) S. S.

a = b = c < d

**Interpretación:** En la tabla 5 se muestran las concentraciones de ClO<sub>2</sub> y su efecto antimicrobiano evaluado a través de la formación del halo de inhibición, evidenciándose que a una concentración de 0.10 % el halo fue, en promedio, de 6.12 mm, siendo ligeramente superior (6.16 mm) a la concentración de 0.12 % y un poco mayor al 0.20 % (6,24 mm); sin embargo, a la concentración de 0.30 % el halo se incrementó hasta alcanzar un valor promedio de 7,68 mm. De acuerdo con la prueba estadística aplicada, es decir, análisis de varianza, se ha verificado que existen diferencias significativas entre las concentraciones de ClO<sub>2</sub> que fueron motivo de experimentación, estableciéndose con la prueba de Tukey que la mejor corresponde a la concentración del 0.30 %; sin embargo, es importante resaltar que las otras tres concentraciones, es decir, al 0.10 %, 0.12 % y 0.20 % tuvieron el mismo efecto antimicrobiano sobre las cepas de *Streptococcus mutans*. En relación con la escala de Duraffourd, se colige que el ClO<sub>2</sub>, en todas las concentraciones evaluadas, su sensibilidad fue considerada como nula.

**Tabla 6. Efecto antimicrobiano del agua destilada (control positivo) frente al *Streptococos mutans***

Agua destilada	Halo de inhibición
Media aritmética (promedio)	0.72
Desviación estándar	1.48
Valor mínimo	0.00
Valor máximo	6.00
Muestras	50

*Fuente: tomada de la ficha de recolección de datos*

**Interpretación:** En la tabla 6 se muestra el efecto antimicrobiano generado por el agua destilada, que correspondió al control positivo sobre las cepas de *Streptococos mutans*. Como se puede apreciar de los resultados obtenidos, el halo de inhibición producido por el agua destilada fue, en promedio, de 0,72 mm. Ahora bien, también se evidencia que hubo muestras que no generaron ningún halo inhibitorio (0,0 mm) mientras que en algunos casos el halo llegó a tener hasta un diámetro máximo de 6,0 mm. Si se toma en cuenta la escala de Duraffourd, se colige que la totalidad de muestras donde se utilizó el agua destilada, la sensibilidad fue nula, ya que ningún halo superó los 8 mm.

**Tabla 7. Comparación del efecto antimicrobiano entre la CHX al 2.0 % y el control positivo (agua destilada) sobre *Streptococos mutans***

Halo inhibitorio	Grupo de estudio	
	Clorhexidina 2.0 %	Agua destilada
Media aritmética (promedio)	22.30	0.72
Desviación estándar	1.96	1.48
Valor mínimo	19.00	0.00
Valor máximo	26.00	6.00
Muestras	50	50

*Fuente: tomada de la ficha de recolección de datos*

P = 0.000 (P < 0.05) S. S.

**Interpretación:** En la tabla 7 se compara la CHX con el control positivo (agua destilada); es importante mencionar que se ha elegido a la CHX con una concentración del 2.0 % porque resultó ser la que tuvo el mayor efecto antimicrobiano sobre los *Streptococos mutans*. Ahora bien, de acuerdo con los resultados, la CHX generó un halo de inhibición

promedio de 22,30 mm, mientras que el agua destilada produjo un halo inhibitorio equivalente a una media aritmética de 0.72 mm. Según la prueba estadística aplicada, en este caso t de Student, se determina que la diferencia del efecto (halo) entre ambas sustancias es significativa, con lo que se demuestra que la CHX fue claramente superior al agua destilada.

**Tabla 8. Comparación del efecto antimicrobiano entre el ClO<sub>2</sub> al 0.30 % y el control positivo (agua destilada) sobre *Streptococos mutans***

Halo inhibitorio	Grupo de estudio	
	ClO <sub>2</sub> 0.30 %	Agua destilada
Media aritmética (promedio)	7.68	0.72
Desviación estándar	0.66	1.48
Valor mínimo	6.50	0.00
Valor máximo	9.00	6.00
Muestras	50	50

**Fuente:** tomada de la ficha de recolección de datos

P = 0.000 (P < 0.05) S. S.

**Interpretación:** En la tabla 8 se compara el ClO<sub>2</sub> con el control positivo (agua destilada); cabe mencionar que se ha elegido al ClO<sub>2</sub> en su concentración del 0.30 %, puesto que fue la que tuvo el mayor efecto antimicrobiano sobre *Streptococos mutans*. De acuerdo con los resultados, el ClO<sub>2</sub> generó un halo de inhibición promedio de 7.68 mm, mientras que el agua destilada produjo un halo equivalente a una media de 0.72 mm. Según la prueba estadística aplicada, t de Student, la diferencia del efecto (halo) entre ambas sustancias es significativa, con lo que se demuestra que el ClO<sub>2</sub> fue mejor que el agua destilada.

**Tabla 9. Comparación del efecto antimicrobiano entre la CHX al 2.0 % y el ClO<sub>2</sub> al 0.30 % sobre *Streptococcus mutans***

Halo inhibitorio	Grupo de estudio	
	CHX 2.0 %	ClO <sub>2</sub> 0.30 %
Media aritmética (promedio)	22.30	7.68
Desviación estándar	1.96	0.66
Valor mínimo	19.00	6.50
Valor máximo	26.00	9.00
Muestras	50	50

*Fuente: tomada de la ficha de recolección de datos*

**Interpretación:** En la tabla 9 se compara la CHX con el ClO<sub>2</sub>; como ya se indicó, se han elegido las concentraciones que tuvieron el mayor efecto antimicrobiano sobre las cepas de *Streptococcus mutans* tanto de la CHX como del ClO<sub>2</sub>. En lo que respecta a los resultados, se puede apreciar claramente que la CHX generó un halo de inhibición promedio de 22,30 mm, mientras que para el ClO<sub>2</sub> el halo inhibitorio promedio fue de 7.68 mm, es decir, la CHX al 2.0 % produjo un halo de inhibición casi tres veces más grande que el producido por el ClO<sub>2</sub> en su concentración del 0.30 %.

## 5.2. Prueba de hipótesis

**Tabla 10. Prueba de hipótesis**

Prueba estadística	Valores
T de Student	36.265
Grados de libertad	98
Valor <i>p</i>	0.000
Regla de decisión	<b>Hay diferencias</b>

De acuerdo con la prueba estadística aplicada, es decir, la *t* de Student, se determina que la diferencia del efecto antimicrobiano (halo inhibitorio) entre la clorhexidina y el dióxido de cloro es significativa, con lo que se demuestra claramente que fue la CHX al 2.0 % la que tuvo el mayor efecto antimicrobiano que el ClO<sub>2</sub> al 0.30 %, por lo que se puede colegir que la CHX es mejor que el ClO<sub>2</sub>; por lo tanto, la hipótesis planteada en esta investigación se acepta.

### 5.3. Discusión de resultados

La presente investigación tuvo la finalidad de comparar el efecto antimicrobiano entre el dióxido de cloro y la clorhexidina *in vitro* puesto que la cavidad oral presenta un microambiente adecuado de temperatura y nutrientes que acompañado de una mala higiene oral se desarrolla un gran número de microorganismos, desencadenando una amplia variedad de enfermedades bucodentales como el mal olor de la boca (halitosis) enfermedades en las encías (gingivitis, periodontitis) y caries dental.

Los resultados obtenidos de la investigación se evaluaron mediante el test de Anova mostrando que existe una diferencia notable entre ambas soluciones estudiadas. Para establecer que concentración y solución presenta efecto antimicrobiano sobre *Streptococcus mutans*, se aplicó el método de Kirby Bauer y para la medición de halos inhibitorios se usó la tabla de Duraffourd, La cantidad de muestras fueron 50 por cada grupo (9 grupos), los halos se midieron luego de 24 horas cultivadas a 37 °C.

Determinando que las concentraciones con mayor efecto es la clorhexidina al 2 % siendo sumamente sensible con un halo (22.3 mm) y el dióxido de cloro al 0.30 % es nula con un halo (7.68 mm) y con menor medida fue la clorhexidina al 0.12 % con un halo (11.96 mm) y el dióxido de cloro al 0.10 % ( 6,12 mm).

Otros estudios con la bacteria *Streptococo mutans* fueron hechas por Kandwal (9) y Calsina et al. (2) quienes concluyeron que la clorhexidina al 0.12 % y el dióxido de cloro al 0.05 % y 0.2 % presenta inhibición bacteriana sobre la placa gingival y presentaría mejor inhibición si se realiza antes una profilaxis dental.

Otro estudio que se asemeja mucho a este fue desarrollado por Guzmán (15), quien determinó que el dióxido de cloro estabilizado al 0.3 % presentó efecto antimicrobiano con una sensibilidad nula de (5 mm) sobre bacterias aerobias y anaerobias de la saliva, comparando con el resultado de esta investigación a esa concentración, da un halo de (7,68 mm). Ambas siendo nulas según Duraffourd.

Otro estudio que uso otra concentración de dióxido de cloro respecto a este estudio fue Vilca (14), quien señaló que el dióxido de cloro al 0.15 % presenta efecto bactericida sobre la flora microbiana salival, se usó el método de Kirby Bauer dando una medida de (29.34 mm).

Por otro lado, se confirma el efecto antibacteriano del dióxido de cloro sobre una bacteria diferente a este estudio donde Herczegh (8) comparó tres sustancias al dióxido de cloro al 0.12 %, al hipoclorito de sodio al 5.25 % y a la clorhexidina al 2 %, siendo mejor el dióxido de cloro al 0.12 % sobre el *Enterococo fecalis* como irrigante en tratamientos endodónticos.

Otros estudios compararon la clorhexidina con plantas medicinales del Perú, uno fue Vela (16) quien estableció que la clorhexidina al 2 % presentó mayor efecto antimicrobiano sobre la misma bacteria que se usó en la investigación, el *Streptococos mutans*, usando la escala de Duraffourd con una medida de (20.3 mm) sumamente sensible que se asemeja al resultado de esta investigación, en esa misma concentración con un halo de (22.3 mm) a diferencia del extracto de eucalipto al 50 % (16.7 mm) sensible, 75 % (18 mm) y 100 % (19.1 mm) muy sensible.

Otra investigación con clorhexidina y planta medicinal la realizó Tapia (18), quien concluyó que la uña de gato en concentraciones al 5 % asociada a la clorhexidina en gel al 2 % presenta mayor eficacia antimicrobiana sobre la bacteria *Enterococcus fecalis* con una halo (4.75 mm) puesto que solo la clorhexidina en gel al 2 % presenta un halo de (1.76 mm).

Los siguientes estudios difieren con los resultados de esta investigación, ya que también usaron plantas medicinales. Por ejemplo, Tiburcio (21) estableció que el extracto de romero al 25.50 % y 75 % tienen mayor efecto antibacteriano comparado con la clorhexidina al 0.12 % sobre la placa bacteriana después de 48 horas a 37 °C de cultivo, se tomaron los datos del romero al 75 % halo (16,9 mm) muy sensible y la clorhexidina al 0.12 % (16.3 mm) muy sensible comparado con los resultados de esta investigación, ya que a esa misma concentración presenta mayor efecto antibacteriano que esta (11,96 mm) sensible.

Otro estudio con extracto de romero lo realizó Purca (23) quien señaló que el romero al 75 mg/ml (20.56 mm) sumamente sensible presente mayor efecto antibacteriano comparada con la clorhexidina al 0,12 % (15.56 mm) muy sensible sobre la flora salival después de 24 horas a 37 °C, diferenciando con estos resultados, que a la misma concentración presenta mayor efecto antibacteriano (11.96 mm) sensible.

La siguiente investigación fue la que presentó mayor diferencia con estos resultados, Enciso (20) comparó el extracto de tocosh al 50.75 % y 100 % contra la clorhexidina al 0.12 %



sobre el *Streptococo mutans* cepa ATCC 25175. Presentando mayor efecto antibacteriano el extracto de tocosh al 100 % con una medida de (33.15 mm) y la clorhexidina al 0.12 % una medida (26 mm) diferenciando con estos resultados que a la misma concentración presenta mayor efecto antibacteriano (22.3 mm) sensible.

En conclusión, se establece que la clorhexidina en las concentraciones estudiadas (0.12 % 0.15 % 0.3 % y 2 %) presenta mayor efecto antimicrobiano ante el *Streptococos mutans* a diferencia del dióxido de cloro, por la cual la CHX se puede emplear en más variedad de tratamientos odontológicos.

## CONCLUSIONES

1. Comparando la clorhexidina con el dióxido de cloro, se ha demostrado, según la prueba de t de Student ( $p < 0.05$ ) que existen diferencias estadísticamente significativas entre ambas, con lo que se colige que la primera fue claramente superior a la segunda como antimicrobiano sobre los *Streptococos mutans*.
2. Estimando las cuatro concentraciones de la clorhexidina, se evidencia que según el análisis de varianza ( $p < 0.05$ ) tuvo mayor efecto antimicrobiano frente al *Streptococos mutans* la concentración al 0.2 % (22.3 mm) sumamente sensible, seguido al 0.15 % (15.46 mm) muy sensible, luego al 0.30 % (14.60 mm) muy sensible y con menor efecto al 0.12 % (11.96 mm) sensible.
3. Estimando las cuatro concentraciones del dióxido de cloro ( $\text{ClO}_2$ ) se evidencia que según el análisis de varianza ( $p < 0.05$ ) tuvo mayor efecto antimicrobiano sobre las bacterias de *Streptococos mutans* la concentración al 0.3 % (7.68 mm) nulo, seguido al 0.20 % (6.24 mm) nulo, luego al 0.12 % (6.16 mm) nulo y con menor efecto al 0.10 % con un halo inhibitorio (6.12 mm) nulo.

## **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar más estudios del ClO<sub>2</sub> a diferentes concentraciones y sobre otras especies de bacterias para poder emplearlo en otros tratamientos odontológicos.
- Se sugiere ampliar estudios del ClO<sub>2</sub> frente a un tratamiento específico en odontología.
- Se aconseja realizar ensayos clínicos para constatar los resultados de este estudio.

## LISTA DE REFERENCIAS

1. Herrera D, Rolda S, Santacruz, Santos, Masdevall M, Sanz M. Diferencias en la actividad antimicrobiana de cuatro formulaciones comerciales de enjuague bucal con clorhexidina al 0,12 %: una prueba de contacto in vitro y un estudio de recuento bacteriano en saliva. *Periodoncia Clinica*. 2003;(07–14).
2. Calsina G, Serrano G. ¿Existen realmente diferencias clínicas entre las distintas concentraciones de clorhexidina? Comparación de colutorios. *RCOE*. 2005; 10.
3. Mohammadi Z, Abbott P. Las propiedades y aplicaciones de la clorhexidina en endodoncia. *Int Endod*. 2009; 42(4)(288–302).
4. Yadiki JV, Jampanapall I, Konda S, Chimata VK. Evaluación comparativa de las propiedades antimicrobianas de los cementos de ionómero de vidrio con y sin Gluconato de clorhexidina. *IJCPD*. 2016; 9(2)(99–4).
5. Mesías AF. Efecto antimicrobiano de los desinfectantes cavitarios aplicados en las restauraciones dentales. Tesis. Guayaquil: Universidad de Guayaquil, Facultad de odontología.
6. Srinivasa S, Shruti R, Humera P. Evaluación comparativa de los efectos antiplaca y gingivitis de un enjuague bucal a base de hierbas y de dióxido de cloro. *ResearchGate*. 2018; 16.
7. Fica A. Conceptos básicos para el uso racional de antibióticos. *Scielo*. 2016; 76(1).
8. Herczegh A, Ágoston G, Friedreich D, Gyurkovics M, Bendő Z, Lohinai Z. Eficacia de un cloro de alta pureza solución de dióxido en la eliminación biopelícula intracanal de *Enterococcus faecalis*. *Acta Microbiol Immunol Hung*. 2013; 60(1)(63–12).
9. Kandwal A, Ghani. Evaluación comparativa de enjuague bucal de dióxido de cloro en gingivitis inducida por placa y mal olor bucal. *Rev Int Ciencias Dent y la Salud*. 2014; 1(10).
10. Paraskevas S, Rosema N, Versteeg P, Van der Velden U, Van der Weijden G. Dióxido de cloro y clorhexidina Enjuagues bucales comparados en 3 días Modelo de acumulación de placa. *J Periodontol*. 2008; 79(8).
11. Beata K, Katalin K, Farkas K, Czumbel L, Toth B, Zsolt C. Efectos del dióxido de cloro en la higiene oral: una revisión sistemática y Metanálisis. *Curr Pharm Des*. 2020; 26(25).
12. García AD. Efecto antimicrobiano del dióxido de cloro, hipoclorito de sodio y oxoral® contra bacterias anaerobias. Tesis. México: Universidad de Nuevo León, Facultad de odontología.

13. Guadarrama SC. Efecto antibacteriano de las nanopartículas de plata versus clorhexidina sobre streptococcus mutans y lactobacillus. Tesis. México: Universidad Autónoma del Estado de México, facultad de Odontología.
14. Vilca GN. Comparación del efecto bactericida in vitro del dióxido de cloro a distintas concentraciones sobre la flora microbiana salival. Tesis. Tacna: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, facultad de Odontología.
15. Guzmán BY. Actividad antimicrobiana in vitro del dióxido de cloro estabilizado en flora mixta de dorso de lengua. Tesis. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, facultad de Odontología.
16. Vela LP. Estudio comparativo in vitro del efecto antibacteriano del extracto etanólico de eucalipto con gluconato de clorhexidina sobre el streptococcus mutans. Tesis. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, facultad de Estomatología.
17. Quispe JV. Eficacia antimicrobiana in vitro del quitosano y la clorhexidina al 2 % en la inhibición del crecimiento de Enterococcus faecalis. Tesis. Arequipa: Universidad Católica de Santa María, Facultad de odontología.
18. Tapia YY. Eficacia antibacteriana in vitro de la uncaria tomentosa, clorhexidina y uncaria tomentosa asociada a la clorhexidina sobre el Enterococcus faecalis. Tesis. Arequipa: Universidad Católica de Santa María, facultad de Odontología.
19. Gonzales CL. Efecto antimicrobiano de clorhexidina al 2 % en cavidades dentales clase I en pacientes de la clínica dental de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Tesis. Huánuco: Universidad Nacional Hermilio Valdizán, facultad de Odontología.
20. Enciso SD. Actividad antibacteriana del extracto de solanum tuberosum «tocosh» y clorhexidina Al 0.12 % sobre cepas de streptococcus mutans in vitro. Tesis. Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal, facultad de Odontología.
21. Tiburcio MM. Efecto antibacteriano del extracto de rosmarinus officinalis (romero) *in vitro* en comparación con la clorhexidina, sobre cultivos de bacterias más frecuentes en gingivitis. Tesis. Huacho: Universidad Alas Peruanas, facultad de Medicina Humana y Ciencias de la Salud.
22. Encalada CE. Efectividad del hipoclorito de sodio y clorhexidina contra la formación de placa bacteriana e inflamación gingival en la brigada de artillería portete cuenca ecuador. Tesis. Lima: Universidad San Martín de Porres, facultad de Medicina Humana.
23. Purca TP. Efectividad antibacteriana « *in vitro* » del extracto etanólico de Rosmarinus officinalis (romero) sobre flora salival. Tesis. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, facultad de Odontología.

24. Cuyan ME. Comparación entre el efecto del extracto hidroetanólico de semillas de *caesalpinia spinosa* (tara), hipoclorito al 5,25 % y gluconato de clorhexidina al 2 % en la desinfección in vitro de conos de gutapercha contaminados con *Enterococcus faecalis*. Tesis. Pimental: Universidad Señor de Sipán, Facultad de ciencias de la salud.
25. Cruz SM, Díaz P, Arias D, Mazón GM. Microbiota de los ecosistemas de la cavidad bucal. *Rev Cubana Estomatol.* 2017; 54(1)(84–99).
26. Basso L. Conceptos actualizados en cariología. *Rev Asoc Odontol Argentina.* 2019; 107(1)(25–7).
27. Guerrero VM. Epidemiología de caries dental y factores de riesgo. *Rev ADM.* 2009; 65(3)(1–11).
28. Nayhua L, Paredes G, Roldan L, Villavicencio P, Portocarrero J, Maguiña E. Prevalencia nacional de caries dental. Ministerio de Salud. *Minist Salud [Libro]*, editor. Lima: Ministerio de salud del Peru; 2005.
29. Ojeda JC, Oviedo E, Salas LA. *Streptococcus mutans*, and dental caries. *CES Odontol ISSN 0120-971.* 2013; 4(5997)(647–8).
30. Agencia de sustancias tóxicas. Dióxido de cloro y clorito. *ToxFAQs™.* 2004; 2.
31. Emilce V. Usos del dióxido de cloro. *Programa Evaluación Tecnol Sanit.* 2020; 1(6).
32. Benarde MA, Bernard MI, Vincent O, Granstrom M. Eficiencia del dióxido de cloro como bactericida. *AmericanSocietyforMicrobiology.* 1965; 13.
33. Hulten FK, Appelqvist KE, Pelin HT. Procedimiento para la producción de dióxido de cloro. 2017;(1–7).
34. Bascones A, Morantes S. Antisépticos orales. Revisión de la literatura y perspectiva actual. *Av Periodoncia.* 2006; 18(1)(1).
35. Calvo X. La clorhexidina una gran aliada en la consulta dental. *Dent Expert.* 2008;(15).
36. Oromí J. Importancia y limitaciones de la utilización de los antimicrobianos. *Med Integr.* 2000; 36(9)(321–2).
37. Rodríguez AU. La desinfección-antisepsia y esterilización en la atención primaria de salud. *Rev Cuba Med Gen Integr.* 2006; 22(3).
38. Duque A, Tejada C. Un asunto del odontólogo (Halitosis: A matter of dentist). *CES Odontol.* 2016; 29(1)(70–11).
39. Alexis D, Chacón, Delpiano, Hervé, Jemenao, Medel, et al. Antisépticos y desinfectantes: apuntando al uso racional. *Revista chilena de infectología.* 2017; 34(2).
40. Aguirre AA, Narro FG. Perfil salival y su relación con el índice CEOD. *Rev Odontol Mex.* 2016; 20(159–6).

41. Bunge M. La ciencia. Su método y su filosofía. *Philos Sci.* 2021; 28(1)(72–10).
42. Hernandez R, Fernández C. Metodología de la investigación. sexta ed. México; 2014.
43. Arias JL. Técnicas e instrumentos de investigación científica. Primera ed. Arequipa: Enfoques; 2020.
44. Valle YG, Méndez GA, Suarez B. Efecto antibacteriano in vitro de la miel producida por la abeja *Apis mellífera* en microorganismos gram+ y gram-. Tesis. Managua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Departamento de Química.

## **ANEXOS**



**Anexo 1**  
**Matriz de consistencia**

<b>Problemas</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Variables e indicadores</b>	<b>Metodología</b>	<b>Muestra</b>
<p><b>Problema general</b> ¿Cuál es la diferencia del efecto antimicrobiano entre el ClO<sub>2</sub> y la CHX <i>in vitro</i>, Arequipa, 2022?</p>	<p><b>Objetivo general</b> Comparar el efecto antimicrobiano entre el ClO<sub>2</sub> y la CHX sobre el <i>Streptococos mutans in vitro</i>, Arequipa, 2022.</p>	<p><b>Hipótesis general</b> Existe diferencias significativas al comparar el efecto antimicrobiano entre el dióxido de cloro y la clorhexidina <i>in vitro</i> Arequipa, 2022.</p>	<p><b>Variable estímulo:</b> CHX, ClO<sub>2</sub></p>	<p><b>Método:</b> Científico</p>	<p><b>Muestra:</b> 90 placas Petri</p>
<p><b>Problemas específicos</b> ¿Cuál es el efecto antimicrobiano generado por la CHX a las concentraciones de 0.3 %, 0.12 %, 0.15 % y 2 %?</p>	<p><b>Objetivos específicos</b> Evaluar el efecto antimicrobiano generado por la CHX a las concentraciones de 0.3 %, 0.12 %, 0.15 %, y 2 % sobre el <i>Streptococos mutans</i>.</p>	<p><b>Hipótesis específica</b> Es probable que la concentración de CHX al 2 % sea la que tenga mayor efecto antimicrobiano sobre el <i>Streptococos mutans</i>.</p>	<p><b>Indicadores:</b> CHX: 0.12 %, 0.15 %, 0.3 %, 2 % ClO<sub>2</sub>: 0.10 %, 0.12 %, 0.2 %, 0.30 %</p>	<p><b>Tipo:</b> Aplicada</p>	<p><b>Técnica:</b> Observación de laboratorio</p>
<p>¿Cuál es el efecto antimicrobiano generado por el ClO<sub>2</sub> a las concentraciones de 0.10 %, 0.12 %, 0.2 % y 0.30 %?</p>	<p>Evaluar el efecto antimicrobiano generado por el ClO<sub>2</sub> a las concentraciones de 0.10 %, 0.12 %, 0.2 % y 0.30 % sobre el <i>Streptococos mutans</i>.</p>	<p>Es probable que la concentración de ClO<sub>2</sub> al 0.30 % sea la que tenga mayor efecto antimicrobiano sobre el <i>Streptococos mutans</i>.</p>	<p><b>Variable Respuesta:</b> efecto antimicrobiano</p> <p><b>Indicadores:</b> diámetro del halo inhibitorio</p>	<p><b>Nivel:</b> Explicativo</p> <p><b>Diseño:</b> Experimental, Transversal, Prospectivo</p>	<p><b>Instrumentos:</b> Ficha de recolección de datos</p>

## Anexo 2

### Documento de aprobación por el Comité de Ética



Universidad  
Continental

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Huancayo, 5 de noviembre del 2022

**OFICIO N°0208-2022-VI-UC**

Investigadores:

**Anthony Anderson Gárate Urquiza**

**Karen Dayana Salas Quispe**

**Presente-**

Tengo el agrado de dirigirme a ustedes para saludarles cordialmente y a la vez manifestarles que el estudio de investigación titulado: **COMPARACIÓN DEL EFECTO ANTIMICROBIANO ENTRE EL DIÓXIDO DE CLORO Y LA CLORHEXIDINA IN VITRO – AREQUIPA, 2022..**

Ha sido **APROBADO** por el Comité Institucional de Ética en Investigación, bajo las siguientes precisiones:

- El Comité puede en cualquier momento de la ejecución del estudio solicitar información y confirmar el cumplimiento de las normas éticas.
- El Comité puede solicitar el informe final para revisión final.

Aprovechamos la oportunidad para renovar los sentimientos de nuestra consideración y estima personal.

Atentamente,


Walter Calderón Gerstein  
Presidente del Comité de Ética  
Universidad Continental

C.c. Archivo.

### Anexo 3



"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

#### Carta 079-Director de EAP Odontología

Wilmer Julio Paredes Fernández  
Jefe del laboratorio de microbiología de la Universidad Nacional de San Agustín.  
Presente. –  
De mi especial consideración

Es grato dirigirme a Ud. para saludarlo muy cordialmente y a la vez solicitar su autorización y apoyo a los bachilleres ANTHONY ANDERSON GÁRATE URQUIZO, KAREN DAYANA SALAS QUISPE de la Escuela Profesional de Odontología, quien están desarrollando el plan de tesis previo a obtener el grado de título profesional, con el tema de investigación "COMPARACIÓN DEL EFECTO ANTIMICROBIANO ENTRE EL DIOXIDO DE CLORO Y LA CLORHEXIDINA IN VITRO – AREQUIPA, 2022.", por lo que estaríamos muy agradecidos de contar con su apoyo y autorización para acceder al laboratorio de biología, con el objetivo de recolectar datos concernientes a nuestra investigación.

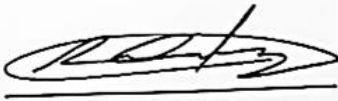
Esperando la aceptación, propicia la ocasión para expresar nuestra estima y deferencia.

Huancayo, 09 de junio de 2022

Atentamente.



Mg. Wilmer Julio Paredes Fernández



Dr. Armando M. Carrillo Fernández

#### Anexo 4

#### Ficha de recolección de datos

Medida de los halos de inhibición generados por el ClO<sub>2</sub> y CHX

	DIOXIDO DE CLORO				CLORHEXIDINA				GC
	0.1%	0.12%	0.2%	0.3%	0.3%	0.12%	0.15%	2.0%	H2O
Muestra 1									
Muestra 2									
Muestra 3									
Muestra 4									
Muestra 5									
Muestra 6									
Muestra 7									
Muestra 8									
Muestra 9									
Muestra 10									
Muestra 11									
Muestra 12									
Muestra 13									
Muestra 14									
Muestra 15									
Muestra 16									
Muestra 17									
Muestra 18									
Muestra 19									
Muestra 20									
Muestra 21									
Muestra 22									
Muestra 23									
Muestra 24									
Muestra 25									
Muestra 26									
Muestra 27									
Muestra 28									
Muestra 29									
Muestra 30									
Muestra 31									
Muestra 32									
Muestra 33									
Muestra 34									
Muestra 35									
Muestra 36									
Muestra 37									
Muestra 38									
Muestra 39									
Muestra 40									
Muestra 41									
Muestra 42									
Muestra 43									
Muestra 44									
Muestra 45									
Muestra 46									
Muestra 47									
Muestra 48									
Muestra 49									
Muestra 50									

## Anexo 5

### Matriz de datos

	CHX				ClO <sub>2</sub>				GC
	0.30 %	0.12 %	0.15 %	2.00 %	0.10 %	0.12 %	0.20 %	0.30 %	H2O
Disco 1	14.00	13.50	15.00	21.50	5.50	7.00	6.00	8.00	0.00
Disco 2	14.50	13.00	14.50	22.00	6.00	6.00	6.50	9.00	0.00
Disco 3	15.50	12.00	14.00	22.50	6.00	7.00	6.00	8.50	0.00
Disco 4	16.00	12.00	14.50	22.50	6.50	6.00	6.00	7.50	1.00
Disco 5	14.50	13.50	15.00	20.00	6.00	5.50	5.50	7.50	0.00
Disco 6	13.50	13.00	15.50	20.00	5.50	6.00	6.00	7.50	2.00
Disco 7	15.00	14.50	15.50	21.50	6.00	6.00	6.50	7.00	0.00
Disco 8	15.50	14.00	17.00	21.00	6.00	6.50	6.00	6.50	1.00
Disco 9	13.50	14.50	15.00	20.00	6.50	6.00	5.50	9.00	0.00
Disco 10	16.00	14.00	16.50	19.00	6.50	6.00	6.00	6.50	1.00
Disco 11	15.00	10.50	14.50	22.50	6.00	5.50	6.50	8.00	6.00
Disco 12	14.50	10.50	17.00	26.00	6.00	6.00	7.00	7.00	0.00
Disco 13	13.00	10.00	16.00	25.50	6.00	6.50	6.50	9.00	1.00
Disco 14	13.50	8.00	16.00	24.00	6.00	6.00	7.00	7.50	0.00
Disco 15	15.50	9.00	16.50	24.50	6.00	6.00	6.50	9.00	0.00
Disco 16	14.50	12.50	15.50	22.00	6.50	6.50	6.00	7.50	2.00
Disco 17	15.00	12.50	14.00	22.00	6.00	6.00	5.50	7.00	1.00
Disco 18	15.50	12.00	14.00	23.00	6.50	7.00	6.00	8.00	1.00
Disco 19	16.00	12.00	15.50	23.50	7.00	6.00	5.50	8.00	2.00
Disco 20	13.50	13.50	14.50	20.00	6.00	6.00	6.00	7.50	1.00
Disco 21	14.00	13.00	15.00	20.00	5.50	6.00	6.50	7.50	2.00
Disco 22	15.50	14.50	16.50	22.00	6.00	6.50	6.50	7.00	0.00
Disco 23	14.50	14.00	16.50	20.50	5.50	6.00	5.50	7.50	1.00
Disco 24	14.00	14.00	15.00	20.00	5.00	5.50	7.00	6.50	1.00
Disco 25	15.50	14.50	16.50	20.50	5.50	6.50	6.00	8.00	0.00
Disco 26	15.50	10.00	14.50	22.00	7.00	6.00	6.00	7.50	0.00
Disco 27	14.00	10.00	17.00	25.50	6.50	5.50	7.00	8.50	0.00
Disco 28	13.50	10.00	16.50	26.00	7.00	6.00	6.50	7.00	0.00
Disco 29	14.00	8.00	15.50	24.00	6.00	6.00	7.00	7.50	6.00
Disco 30	15.50	9.00	17.00	25.00	6.00	6.60	6.00	8.00	0.00
Disco 31	14.00	12.50	15.00	23.50	6.50	7.00	5.50	7.00	0.00
Disco 32	14.50	12.50	14.50	23.50	6.00	6.00	6.00	7.50	0.00

Disco 33	15.00	12.00	14.00	23.00	5.50	7.00	7.00	7.00	0.00
Disco 34	15.50	12.50	14.50	22.50	7.00	6.50	6.50	9.00	0.00
Disco 35	14.00	13.50	15.00	20.00	6.00	6.00	5.50	7.50	0.00
Disco 36	14.00	13.00	16.50	20.00	7.00	6.00	7.00	8.00	1.00
Disco 37	14.50	14.50	16.00	21.50	6.00	5.50	6.00	8.00	0.00
Disco 38	15.00	14.00	16.50	21.00	6.00	6.00	6.50	7.50	0.00
Disco 39	14.50	14.50	15.00	20.00	6.00	6.00	7.00	7.00	0.00
Disco 40	16.00	13.50	16.00	19.50	7.00	6.00	6.50	8.00	0.00
Disco 41	15.50	10.00	15.50	22.00	6.00	5.50	7.00	7.50	6.00
Disco 42	14.00	10.00	17.00	25.50	5.50	6.00	7.00	7.00	0.00
Disco 43	13.00	10.00	15.50	26.00	6.00	6.00	6.00	8.50	0.00
Disco 44	14.00	8.50	16.50	24.50	6.00	6.50	6.00	7.00	0.00
Disco 45	15.50	8.50	16.50	25.00	6.00	6.00	6.50	7.50	0.00
Disco 46	13.50	13.00	15.00	21.50	6.50	7.00	6.00	8.00	0.00
Disco 47	14.00	14.00	14.00	21.00	7.00	6.50	5.50	7.50	0.00
Disco 48	15.50	9.00	14.50	22.50	6.00	7.00	6.00	8.00	0.00
Disco 49	14.00	10.50	15.00	22.00	6.00	5.50	6.50	8.50	0.00
Disco 50	14.00	10.50	14.50	22.00	5.50	6.00	5.50	7.50	0.00
Promedio	14.63	11.97	15.44	22.28	6.12	6.14	6.24	7.67	0.73

Anexo 5



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
SOLICITUD DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO  
JUICIO DE EXPERTO

Estimado Especialista: José Gonzalo Tapia Rivera

Considerando su actitud ética y trayectoria profesional, permítame considerarlo como **JUEZ EXPERTO** para revisar el contenido del siguiente instrumento de recolección de datos:

Los datos se recopilaban en una ficha de recolección de datos la cual vendría a ser nuestro instrumento, esta ficha se hizo con la finalidad de agrupar y ordenar mejor los resultados en el programa de Excel 2016, se distribuyeron en 9 grupos diferentes, cada uno con 10 placas Petri y cinco discos de papel filtro, esto con el fin de que al haber obtenido todos los datos se puedan comparar entre sí.

Le adjunto la matriz de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis:

Título del proyecto de tesis:	COMPARACIÓN DEL EFECTO ANTIMICROBIANO ENTRE EL DIOXIDO DE CLORO Y LA CLORHEXIDINA IN VITRO – AREQUIPA, 2022.
-------------------------------	--

El resultado de esta evaluación permitirá la **VALIDEZ DE CONTENIDO** del instrumento.

De antemano le agradezco sus aportes y sugerencias.

Huancayo, 22/04/2023

Tesista: BACH. ANTHONY ANDERSON GÁRATE URQUIZO 73194734  
BACH. KAREN DAYANA SALAS QUISPE 73035628

**ADJUNTO:**

Matriz de consistencia

Matriz de operacionalización de variables

**RÚBRICA PARA LA VALIDACIÓN DE EXPERTOS**

Criterios	Escala de valoración					PUNTAJE
	(1) Ineficiente 0-20%	(2) Regular 21-40%	(3) Buena 41-60%	(4) Muy buena 61-80%	(5) Excelente 81-100%	
<b>1. SUFICIENCIA:</b> Los ítems de una misma dimensión o indicador son suficientes para obtener su medición.	Los ítems no son suficientes para medir la dimensión o indicador.	Los ítems miden algún aspecto de la dimensión o indicador, pero no corresponden a la dimensión total.	Se incrementan ítems para evaluar completamente la dimensión o indicador.	Los ítems son relativamente suficientes.	Los ítems son suficientes.	3
<b>2. PERTINENCIA:</b> Los ítems de una misma dimensión o indicador son adecuados para obtener su medición.	Los ítems no son adecuados para medir la dimensión o indicador.	Los ítems miden algún aspecto de la dimensión o indicador, pero no corresponden a la dimensión total.	Se incrementan ítems para evaluar la dimensión o indicador completamente.	Los ítems son relativamente suficientes.	Los ítems son suficientes.	3
<b>3. CLARIDAD:</b> Los ítems se comprenden fácilmente, es decir, su sintaxis y semántica son adecuadas.	Los ítems no son claros.	Los ítems requieren modificaciones en el uso de palabras por su significado o por el orden de las mismas.	Se requiere una modificación muy específica de algunos ítems.	Los ítems son claros en lo sintáctico.	Los ítems son claros, tienen semántica y sintaxis adecuadas.	3
<b>4. COHERENCIA:</b> Los ítems tienen relación lógica con la dimensión o indicador que están midiendo.	Los ítems no tienen relación lógica con la dimensión o indicador.	Los ítems tienen una relación tangencial con la dimensión o indicador.	Los ítems tienen una relación regular con la dimensión o midiendo.	Los ítems están relacionados con la dimensión o indicador.	Los ítems están muy relacionados con la dimensión o indicador.	3
<b>5. RELEVANCIA:</b> Los ítems son esenciales e importantes y deben ser incluidos.	Los ítems deben ser eliminados sin que se vea afectada la medición de la dimensión o indicador.	Los ítems pueden ser eliminados sin que se vea afectada la medición de la dimensión o indicador.	Los ítems tienen alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que éste mide.	Los ítems son necesarios.	Los ítems son muy relevantes y debe ser incluido.	3



**INFORMACIÓN DEL ESPECIALISTA**

Nombres y Apellidos	José Gonzalo Tapia Rivera
Profesión y Grado Académico	Cirujano Dentista - Magister
Especialidad	Ortodoncia
Institución y años de experiencia	Idealix - 8 años
Cargo que desempeña actualmente	Ortodoncista.

Puntaje del Instrumento Revisado: 15

**Opinión de aplicabilidad:**

APLICABLE (X)      APLICABLE LUEGO DE REVISIÓN ( )      NO APLICABLE ( )



Nombres y apellidos: José Gonzalo Tapia Rivera.

DNI: 40697051

COLEGIATURA: 20507

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
SOLICITUD DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO  
JUICIO DE EXPERTO**

Estimado Especialista: Paúl Jorge Valdivia Gamero

Considerando su actitud ética y trayectoria profesional, permítame considerarlo como **JUEZ EXPERTO** para revisar el contenido del siguiente instrumento de recolección de datos:

Los datos se recopilaron en una ficha de recolección de datos la cual vendría a ser nuestro instrumento, esta ficha se hizo con la finalidad de agrupar y ordenar mejor los resultados en el programa de Excel 2016, se distribuyeron en 9 grupos diferentes, cada uno con 10 placas Petri y cinco discos de papel filtro, esto con el fin de que al haber obtenido todos los datos se puedan comparar entre sí.

Le adjunto la matriz de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis:

<b>Título del proyecto de tesis:</b>	COMPARACIÓN DEL EFECTO ANTIMICROBIANO ENTRE EL DIOXIDO DE CLORO Y LA CLORHEXIDINA IN VITRO – AREQUIPA, 2022.
--------------------------------------	--

El resultado de esta evaluación permitirá la **VALIDEZ DE CONTENIDO** del instrumento.

De antemano le agradezco sus aportes y sugerencias.

Huancayo, 22/04/2023



Tesista: BACH. ANTHONY ANDERSON GÁRATE URQUIZO 73194734  
BACH. KAREN DAYANA SALAS QUISPE 73035628

**ADJUNTO:**

Matriz de consistencia

Matriz de operacionalización de variables

### RÚBRICA PARA LA VALIDACIÓN DE EXPERTOS

Criterios	Escala de valoración					PUNTAJE
	(1) Deficiente 0-20%	(2) Regular 21-40%	(3) Bueno 41-60%	(4) Muy bueno 61-80%	(5) Eficiente 81-100%	
<b>1. SUFICIENCIA:</b> Los ítems de una misma dimensión o indicador son suficientes para obtener su medición.	Los ítems no son suficientes para medir la dimensión o indicador.	Los ítems miden algún aspecto de la dimensión o indicador, pero no corresponden a la dimensión total.	Se deben incrementar ítems para evaluar completamente la dimensión o indicador.	Los ítems son relativamente suficientes.	Los ítems son suficientes.	4
<b>2. PERTINENCIA:</b> Los ítems de una misma dimensión o indicador son adecuados para obtener su medición.	Los ítems no son adecuados para medir la dimensión o indicador.	Los ítems miden algún aspecto de la dimensión o indicador, pero no corresponden a la dimensión total.	Se deben incrementar ítems para evaluar la dimensión o indicador completamente.	Los ítems son relativamente suficientes.	Los ítems son suficientes.	3
<b>3. CLARIDAD:</b> Los ítems se comprenden fácilmente, es decir, su sintaxis y semántica son adecuadas.	Los ítems no son claros.	Los ítems requieren modificaciones en el uso de palabras por su significado o por el orden de las mismas.	Se requiere una modificación muy específica de algunos ítems.	Los ítems son claros en lo sintáctico.	Los ítems son claros, tienen semántica y sintaxis adecuada.	3
<b>4. COHERENCIA:</b> Los ítems tienen relación lógica con la dimensión o indicador que están midiendo.	Los ítems no tienen relación lógica con la dimensión o indicador.	Los ítems tienen una relación tangencial con la dimensión o indicador.	Los ítems tienen una relación regular con la dimensión o indicador que está midiendo.	Los ítems están relacionados con la dimensión o indicador.	Los ítems están muy relacionados con la dimensión o indicador.	3
<b>5. RELEVANCIA:</b> Los ítems son esenciales o importantes y deben ser incluidos.	Los ítems deben ser eliminados sin que se vea afectada la medición de la dimensión o indicador.	Los ítems pueden ser eliminados sin que se vea afectada la medición de la dimensión o indicador.	Los ítems tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que éste mide.	Los ítems son necesarios.	Los ítems son muy relevantes y debe ser incluido.	3

**INFORMACIÓN DEL ESPECIALISTA**

Nombres y Apellidos	Paul Jorge Valdivia Gamero
Profesión y Grado Académico	Profesora Dentista - Magister
Especialidad	Endodoncia
Institución y años de experiencia	Universidad San Martín de Porres
Cargo que desempeña actualmente	Docente

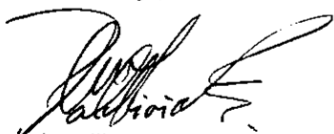
Puntaje del Instrumento Revisado: 16

Opinión de aplicabilidad:

APLICABLE

APLICABLE LUEGO DE REVISIÓN ( )

NO APLICABLE ( )



Paul Jorge Valdivia Gamero  
MAGISTER EN ODONTOLÓGIA  
MAGISTER EN ENDODONCIA  
MAGISTER EN ORTODONCIA

Paul Jorge Valdivia Gamero

Nombres y apellidos:

DNI: 29724408

COLEGIATURA: 17092

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
SOLICITUD DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO  
JUICIO DE EXPERTO**

Estimado Especialista: Paola Graciela Bustinza Gómez

Considerando su actitud ética y trayectoria profesional, permítame considerarlo como **JUEZ EXPERTO** para revisar el contenido del siguiente instrumento de recolección de datos:

Los datos se recopilaron en una ficha de recolección de datos la cual vendría a ser nuestro instrumento, esta ficha se hizo con la finalidad de agrupar y ordenar mejor los resultados en el programa de Excel 2016, se distribuyeron en 9 grupos diferentes, cada uno con 10 placas Petri y cinco discos de papel filtro, esto con el fin de que al haber obtenido todos los datos se puedan comparar entre sí.

Le adjunto la matriz de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis:

<b>Título del proyecto de tesis:</b>	COMPARACIÓN DEL EFECTO ANTIMICROBIANO ENTRE EL DIOXIDO DE CLORO Y LA CLORHEXIDINA IN VITRO – AREQUIPA, 2022.
--------------------------------------	--

El resultado de esta evaluación permitirá la **VALIDEZ DE CONTENIDO** del instrumento.

De antemano le agradezco sus aportes y sugerencias.

Huancayo, 22/04/2023



---

Tesista:	BACH. ANTHONY ANDERSON GÁRATE URQUIZO	73194734
	BACH. KAREN DAYANA SALAS QUISPE	73035628

**ADJUNTO:**

Matriz de consistencia

Matriz de operacionalización de variables

### RÚBRICA PARA LA VALIDACIÓN DE EXPERTOS

Criterios	Escala de valoración					PUNTAJE
	(1) Deficiente 0-20%	(2) Regular 21-40%	(3) Bueno 41-60%	(4) Muy bueno 61-80%	(5) Eficiente 81-100%	
<p><b>1. SUFICIENCIA:</b> Los ítems de una misma dimensión o indicador son suficientes para obtener su medición.</p>	Los ítems no son suficientes para medir la dimensión o indicador.	Los ítems miden algún aspecto de la dimensión o indicador, pero no corresponden a la dimensión total.	Se incrementan ítems para evaluar completamente la dimensión o indicador.	Los ítems son relativamente suficientes.	Los ítems son suficientes.	3
<p><b>2. PERTINENCIA:</b> Los ítems de una misma dimensión o indicador son adecuados para obtener su medición.</p>	Los ítems no son adecuados para medir la dimensión o indicador.	Los ítems miden algún aspecto de la dimensión o indicador, pero no corresponden a la dimensión total.	Se incrementan ítems para evaluar la dimensión o indicador completamente.	Los ítems son relativamente suficientes.	Los ítems son suficientes.	3
<p><b>3. CLARIDAD:</b> Los ítems se comprenden fácilmente, es decir, su sintaxis y semántica son adecuadas.</p>	Los ítems no son claros.	Los ítems requieren modificaciones en el uso de palabras por su significado o por el orden de las mismas.	Se requiere una modificación muy específica de algunos ítems.	Los ítems son claros en lo sintáctico.	Los ítems son claros, tienen semántica y sintaxis adecuada.	4
<p><b>4. COHERENCIA:</b> Los ítems tienen relación lógica con la dimensión o indicador que están midiendo.</p>	Los ítems no tienen relación lógica con la dimensión o indicador.	Los ítems tienen una relación tangencial con la dimensión o indicador.	Los ítems tienen una relación regular con la dimensión o indicador que está midiendo.	Los ítems están relacionados con la dimensión o indicador.	Los ítems están muy relacionados con la dimensión o indicador.	3
<p><b>5. RELEVANCIA:</b> Los ítems son esenciales e importantes y deben ser incluidos.</p>	Los ítems deben ser eliminados sin que se vea afectada la medición de la dimensión o indicador.	Los ítems pueden ser eliminados sin que se vea afectada la medición de la dimensión o indicador.	Los ítems tienen alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que éste mide.	Los ítems son necesarios.	Los ítems son muy relevantes y debe ser incluido.	3

**INFORMACIÓN DEL ESPECIALISTA**

Nombres y Apellidos	Paola Graciela Buztinza Gomez
Profesión y Grado Académico	Cirujano Dentista
Especialidad	Odontopediatría
Institución y años de experiencia	Idealix - 7 años
Cargo que desempeña actualmente	Odontopediatra

Puntaje del Instrumento Revisado: 16

Opinión de aplicabilidad:

APLICABLE (X)

APLICABLE LUEGO DE REVISIÓN ( )

NO APLICABLE ( )



Nombres y apellidos: Paola Graciela Buztinza Gomez

DNI: 40516921

COLEGIATURA: 15947

**Anexo 6**  
**Evidencia fotográfica**

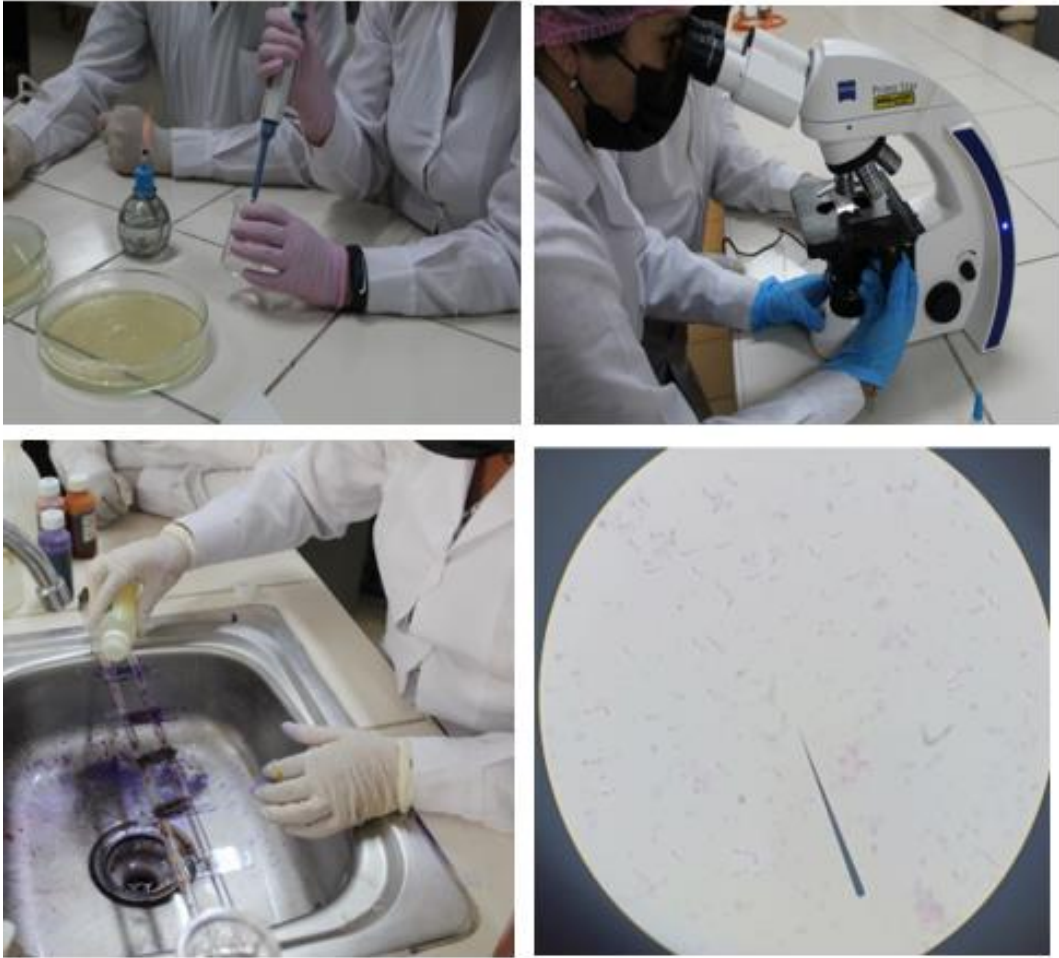


**Figura 1. Preparación de las diferentes concentraciones de  $\text{ClO}_2$  0.1 %, 0.12 %, 0.20 %, 0.30 % y CHX al 0.12 %, 0.15 %, 0.30 %, 2 %**





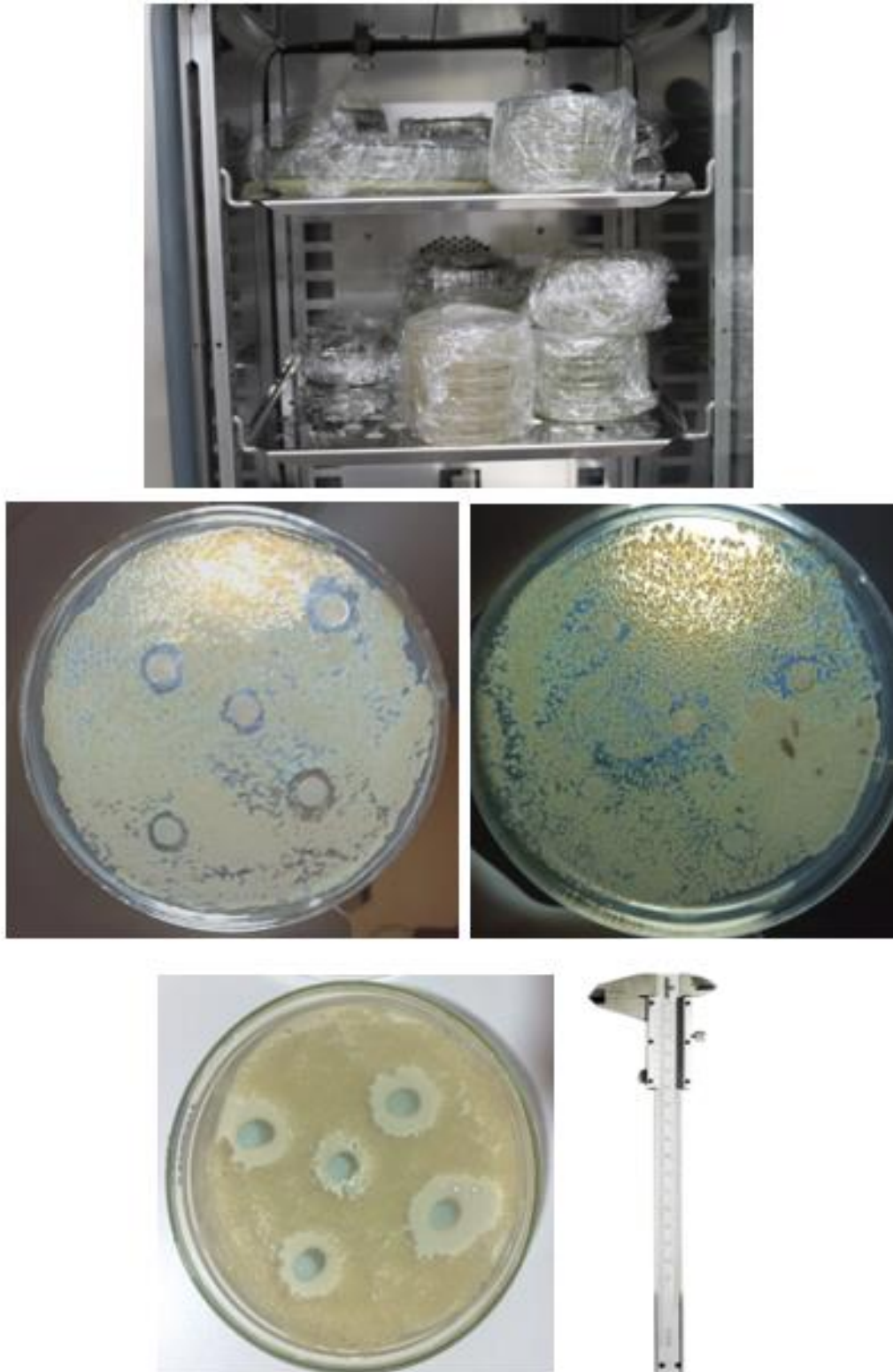
*Figura 2. Equipo para la esterilización de los materiales y para el manejo de las concentraciones*



*Figura 3. Cultivo del Streptococcus mutans*



*Figura 4. Posicionamiento de los discos de papel filtro embebidos a diferentes concentraciones de  $\text{ClO}_2$  y CHX, sobre los cultivos de *Streptococcus mutans**



***Figura 5. Incubación por 24 horas a temperatura de 37 grados y medición de los halos de inhibición***