Universidad Norbert Wiener

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA ACADÉMICO DE ODONTOLOGÍA

Tesis

Efecto antibacteriano del peróxido de hidrógeno al 6%, hipoclorito de sodio al 1 y 2% y gluconato de clorhexidina al 0,12% sobre cepillos dentales inoculados con *Streptococcus mutans*

Para optar el Título Profesional de

Cirujano Dentista

Presentado por:

Autora: Romani Ramos, Evelyn Yesenia

Código ORCID: https://orcid.org/0009-0006-7172-3611

Asesora: Dra. Bamonde Segura, Leyla Katherine

Código ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7006-9351

Lima – Perú

2026

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

Yo, Romani Ramos Evelyn Yesenia, egresado de la Facultad de **Ciencias de la Salud** y Programa Académico de **Odontología** de la Universidad privada Norbert Wiener declaro que el trabajo de investigación

"Efecto antibacteriano del peróxido de hidrógeno al 6%, hipoclorito de sodio al 1 y 2% y gluconato de clorhexidina al 0,12% sobre cepillos dentales inoculados con *Streptococcus mutans*."

Asesorado por el docente: Dra. Mag. Bamonde Segura Leyla Katherine, con DNI N° 10810609 con CÓDIGO ORCID: 0000 - 001 - 7006 – 9351, tiene un índice de similitud de (15) (quince) % con código oid :14912:611324655 verificable en el reporte de originalidad del software Turnitin.

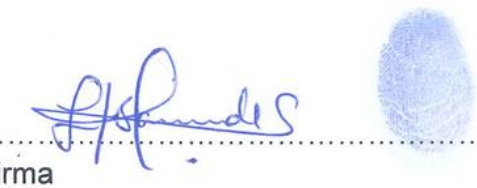
Así mismo:

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



Firma de autor 1
Egresado: Evelyn Yesenia, Romani Ramos
DNI: 43840514

……
Firma de autor 2
Nombres y apellidos del Egresado
DNI: ……..



Firma
Asesor: Leyla Katherine Bamonde Segura
DNI: 10810609

Lima, 22 de Agosto de 2026

Es obligatorio utilizar adecuadamente los filtros y exclusión del turnitin: excluir las citas, la bibliografía y las fuentes que tengan menos de 1% de palabras. EN caso se utilice cualquier otro ajuste o filtros, debe ser debidamente jutificado en el siguiente recuadro.

El índice de similitud reportado por el sistema Turnitin no compromete la autenticidad ni la originalidad del presente trabajo de investigación, dado que corresponde, en su mayoría, a secciones estructurales y formales del documento, los objetivos, los índices, las tablas y figuras. Asimismo, parte del porcentaje se vincula con la presentación de resultados en tablas y gráficos, así como con apartados del marco teórico que, por naturaleza académica, contienen conceptos clave y terminología recurrente en la literatura científica.

De igual forma, en secciones como los objetivos, hipótesis y conclusiones, se identifican coincidencias textuales que responden a la reiteración de formulaciones esenciales para la coherencia interna del documento. En virtud de lo anterior, se aplicaron filtros y exclusiones específicos en el sistema Turnitin con el objetivo de obtener un análisis más preciso y ajustado al contenido sustantivo y original de la investigación, evitando sobreestimaciones derivadas de elementos comunes y técnicamente justificables.

Justifico que el excedente del 1% en fuentes primarias, que actualmente alcanza un 5% frente al máximo permitido de 4%, se deba a que los términos coincidentes corresponden al marco metodológico propio de una investigación, sustentando que la fuente identificada (5%) proviene de repositorio uwiener.edu.pe, en el cual los títulos, subtítulos y términos detectados forman parte de la estructura metodológica establecida por la universidad. Asimismo, los demás términos coincidentes corresponden a expresiones de uso común en la redacción de investigaciones académicas.

DEDICATORIA

A mis hijas, Lorena y Arelis, por conferir sustancia y propósito a mi existencia; su ternura y afecto me impulsaron a redoblar mi empeño y, a su vez, me otorgaron la sapiencia para comprender que existen individuos por quienes merece la pena avanzar. Sin titubeos, fueron mi estímulo supremo.

A mis progenitores, Raul Romani y Rosa Ramos, por la instrucción y moldeamiento que me brindaron; cada uno de mis triunfos, y particularmente este, se los debo en su totalidad. Me inculcaron el proceder adecuado y cómo encaminarme en el sendero de la vida, infundiéndome una motivación perenne para batallar y conquistar mis aspiraciones. Son los progenitores más excelsos; ser su descendiente es un honor y una distinción incomparable.

A mis consanguíneos, por su respaldo constante y su cuidadosa atención hacia mí, por su inquebrantable fe en mis capacidades y su lealtad a mi lado sin importar el transcurrir de las horas ni las adversidades. Este logro les pertenece tanto a ustedes como a mí.

A mi orientador, por la inversión de tiempo, la entrega y la mesura en la confección de este manuscrito.

AGRADECIMIENTO

Primordialmente al Supremo, por concederme el avance a lo largo de estos ciclos, tanto en el plano íntimo como en el terreno ocupacional, por otorgarme las coyunturas que he tenido a bien aprovechar, por dirigir incansablemente mis andares y, sobre todo, por agraciarme al situarme en el seno de una estirpe extraordinaria.

A mi parentela, por su respaldo irrestricto a lo largo de mi existencia, por sus sabias lecciones, su empeño devoto, sus sugerencias ponderadas, y por permanecer a mi vera de manera insigne. Son el tesoro más sublime que la Divinidad me ha dispensado; los valoro profundamente.

A mi consejera, la doctora Leyla Bamonde, extiendo mi gratitud imperecedera; siento una fortuna descomunal de haber contado con usted como mi guía en esta disertación. Aprecio enormemente su perseverancia, su devoción, y su genuina disposición para tenderme una mano. Gracias, doctora, por su desvelo constante por mi proyecto, por esa calidez infatigable y esa voluntad inquebrantable para revisar, dirigir y respaldarme sin esperar nada a cambio. Indudablemente, mucho de esto se hizo realidad gracias a su intervención.

A mi orientadora metodológica, la doctora Guisela Yupanqui, le ofrezco mis sinceros agradecimientos por su apoyo incansable, por su atención vigilante, y por encaminarme de manera profesional y acertada. Fue un agrado enorme contar con usted como mi mentora, y también puedo afirmar que adquirí una vastedad de conocimientos bajo su guía. Mis más hondos agradecimientos.

INDICE

Introducción 10

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA 12

1.1. Planteamiento del problema 12

1.2. Formulación del problema 13

1.2.1 Problema general 13

1.2.2 Problemas específicos 13

1.3. Objetivos de la investigación 14

1.3.1 Objetivo general 14

1.3.2 Objetivos específicos 15

1.4. Justificación de la investigación 16

1.4.1 Teórica 16

1.4.2 Metodológica 16

1.4.3 Práctica 16

1.5. Limitaciones de la investigación 16

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO 17

2.1. Antecedentes de la investigación 17

2.2. Bases teóricas 25

2.3. Formulación de hipótesis 32

2.3.1 Hipótesis general 32

2.3.2 Hipótesis específicas 32

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA 36

3.1. Método de investigación 36

3.2. Enfoque investigativo 36

3.3. Tipo de investigación 36

3.4. Diseño de la investigación 36

3.5. Población, muestra y muestreo 36

3.6. Variables y operacionalización 38

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos 39

3.7.1 Técnica 39

3.7.2 Descripción

3.7.3 Validación

3.7.4 Confiabilidad 39

3.8. Procesamiento y análisis de datos 41

3.9. Aspectos éticos 41

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS 42

4.1. Resultados 42

4.1.1 Análisis descriptivo de resultados 42

4.1.2 Prueba de hipótesis 46

4.1.3 Discusión de resultados 59

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 63

5.1. Conclusiones 63

5.2. Recomendaciones 64

REFERENCIAS 65

ANEXOS 73

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Análisis descriptivo del recuento de *Estreptococos mutans,* antes y después de la aplicación de cada agente antibacteriano. 43

Tabla 2. Pruebas de normalidad del recuento de *Estreptococos mutans,* antes y después de la aplicación de cada agente antibacteriano. 44

Tabla 3. Análisis descriptivo de la variación del recuento de *Estreptococos mutans* después de la aplicación de cada agente antibacteriano. 45

Tabla 4. Preueba de normalidad para la variación del recuento de *Estreptococos mutans* después de la aplicación de cada agente antibacteriano. 46

Tabla 5. Diferencia en el recuento de *Estreptococos mutans,* antes y después de la aplicación del peróxido de hidrógeno al 6%. 47

Tabla 6. Diferencia en el recuento de *Estreptococos mutans,* antes y después de la aplicación del hipoclorito de sodio al 1%. 50

Tabla 7. Diferencia en el recuento de *Estreptococos mutans,* antes y después de la aplicación del hipoclorito de sodio al 2%. 52

Tabla 8. Diferencia en el recuento de *Estreptococos mutans,* antes y después de la aplicación de la clorhexidina al 0,12% 55

Tabla 9. Diferencia en el recuento de *Estreptococos mutans,* antes y después de la aplicación del agua destilada (grupo control). 58

Tabla 10. Diferencia en el efecto antibacteriano *in vitro* del peróxido de hidrógeno al 6%, hipoclorito de sodio al 1 y 2%, gluconato de clorhexidina al 0,12% y agua destilada (control) sobre cepillos dentales inoculados con *Streptococcus mutans.* 61

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Gráfico 1. Diferencia en el recuento de *Estreptococos mutans,* antes y después de la aplicación del peróxido de hidrógeno al 6%. 48

Gráfico 2. Diferencia en el recuento de *Estreptococos mutans,* antes y después de la aplicación del hipoclorito de sodio al 1%. 50

Gráfico 3. Diferencia en el recuento de *Estreptococos mutans,* antes y después de la aplicación del hipoclorito de sodio al 2%. 53

Gráfico 4. Diferencia en el recuento de *Estreptococos mutans,* antes y después de la aplicación de la clorhexidina al 0,12% 56

Gráfico 5. Diferencia en el recuento de *Estreptococos mutans,* antes y después de la aplicación del agua destilada (grupo control) 59

Gráfico 6. Diferencia en el efecto antibacteriano in vitro del peróxido de hidrógeno al 6%, hipoclorito de sodio al 1 y 2%, gluconato de clorhexidina al 0,12% y agua destilada (control) sobre cepillos dentales inoculados con *Streptococcus mutans.* 62

RESUMEN

PROPÓSITO: Contrastar la influencia microbicida del peróxido de hidrógeno al 6%, hipoclorito de sodio al 1% y 2% y clorhexidina al 0,12%, sobre cepillos bucales infectados con Streptococcus mutans. MATERIAL Y PROCEDIMIENTO: Se ejecutó un ensayo *in vitro* en laboratorio controlado. Se dispusieron 75 cepillos dentales, divididos en 5 conjuntos designados a un agente desinfectante: peróxido de hidrógeno al 6%, clorhexidina al 0,12%, hipoclorito de sodio al 1% y 2%, y agua purificada (conjunto de referencia). Los cepillos se sometieron inicialmente a purificación y, luego, fueron impregnados con 15ml de una mezcla calibrada de Streptococcus mutans. Los especímenes biológicos se mantuvieron bajo condiciones térmicas de 37 °C por un día completo en un ambiente sin oxígeno. Para la etapa de desinfección, cada cepillo fue sumergido en 200 ml de la solución designada por un lapso de 10 minutos. Posterior al tratamiento, los cepillos fueron trasladados a envases libres de contaminantes provistos de 15ml de solución salina, procediendo con su homogenización en un dispositivo de remolino por sesenta segundos. De cada preparación, se extrajo una muestra que fue cultivada en agar de sangre y luego incubada en condiciones idénticas para examinar la proliferación bacteriana. Se empleó el t Student con el próposito de contrastar las medias y establecer las relaciones entre las variables, Wilcoxon de rangos con signo y ANOVA. RESULTADOS: La exposición a los cuatro preparados antimicrobianos demostraron una alta efectividad al mitigar el desarrollo de las colonias de Streptococcus mutans ($P < 0,05$). La mayor reducción se observó en la clorhexidina al 0,12%, y en el hipoclorito de sodio al 1% y 2%, sin diferencias relevantes entre ambos ($P > 0,05$), seguido, en menor medida, por el peróxido de hidrógeno al 6% ($P < 0,05$).CONCLUSIONES: La mayor disminución en las concentraciones de Streptococcus mutans fue lograda con la clorhexidina al 0,12% y el hipoclorito de sodio al 1% y 2%, sin diferencias significativas entre estos últimos, seguido en menor proporción por el peróxido de hidrógeno al 6%.

Palabras clave: Desinfección; Clorhexidina; Peróxido de Hidrógeno; Hipoclorito de Sodio; *Streptococcus mutans;* Cepillo de dientes *(*Fuente: DeCS BIREME).

ABSTRACT

PURPOSE: To compare the microbicidal effects of 6% hydrogen peroxide, 1% and 2% sodium hypochlorite, and 0.12% chlorhexidine gluconate on toothbrushes infected with Streptococcus mutans. MATERIALS AND PROCEDURE: An in vitro assay was performed in a controlled laboratory. Seventy-five toothbrushes were divided into five groups, each designated with a different disinfectant: 6% hydrogen peroxide, 0.12% chlorhexidine gluconate, 1% and 2% sodium hypochlorite, and purified water (reference group). The toothbrushes were initially purified and then impregnated with 15 ml of a calibrated Streptococcus mutans mixture. The biological specimens were maintained at 37 °C for one full day in an oxygen-free environment. For the disinfection stage, each brush was immersed in 200 ml of the designated solution for 10 minutes. After treatment, the brushes were transferred to contaminant-free containers with 15 ml of saline solution and homogenized in a whirlpool device for 60 seconds. A sample was taken from each preparation, cultured on blood agar, and then incubated under identical conditions to examine bacterial proliferation. Student's t-test was used to compare means and establish relationships between variables, along with the Wilcoxon signed-rank test and ANOVA. RESULTS: Exposure to the four antimicrobial preparations demonstrated high effectiveness in mitigating the growth of Streptococcus mutans colonies ($P < 0.05$). The greatest reduction was observed with 0.12% chlorhexidine gluconate and 1% and 2% sodium hypochlorite, with no relevant differences between the two ($P > 0.05$), followed, to a lesser extent, by 6% hydrogen peroxide ($P < 0.05$). CONCLUSIONS: The greatest decrease in Streptococcus mutans concentrations was achieved with 0.12% chlorhexidine gluconate and 1% and 2% sodium hypochlorite, with no significant differences between the latter, followed to a lesser extent by 6% hydrogen peroxide.

Keywords: Disinfection; Chlorhexidine; Hydrogen peroxide; Sodium Hypochlorite; Streptococcus mutans, Toothbrushes (Source: MeSH NLM).

INTRODUCCIÓN

Aunque los cepillos dentales constituyen los principales instrumentos de higiene oral, su limpieza y las condiciones de almacenamiento los exponen a la contaminación microbiana. Esta contaminación puede darse tanto por microbios nativos de la cavidad bucal, así como por agentes ambientales, los cuales pueden fungir como focos de dolencias bucales mediante re-infección o inducir una polución cruzada. La circunstancia se torna especialmente alarmante en casos de pacientes vulnerables o con sistemas inmunitarios comprometidos.

Para controlar su contaminación se han empleado diversos agentes antimicrobianos, entre los que se encuentran la clorhexidina, el peróxido y el hipoclorito. A pesar de su importancia, existen en nuestro país pocos estudios que hayan comparado su eficacia para este fin.

La metodología de este trabajo correspondió a un ensayo experimental de tipo clínico-laboratorial. En el capítulo inicial se expone la problemática vigente, los propósitos, el sustento y sus respectivas delimitaciones del estudio. Posteriormente, el segundo bloque precisa la evaluación de los antecedentes investigativos, la delimitación de los fundamentos teóricos requeridos y estructurar las suposiciones del trabajo. El tercer segmento detalla el procedimiento investigativo: población muestral, método de acopio de datos, y el esquema de escrutinio estadístico que se implementará. El cuarto capítulo muestra los hallazgos y su correspondiente desentrañamiento, así como la disquisición. La quinta sección otorga las deducciones y las recomendaciones conclusivas.

La finalidad de esta pesquisa fue cotejar el efecto microbicida del peróxido de hidrógeno al 6%, la clorhexidina al 0,12%, y del hipoclorito sódico en concentraciones del 1% y 2% en implementos dentales infectados con la cepa Streptococcus mutans. La relevancia del estudio radica en que posibilitará una evaluación imparcial de la interacción entre las variables, además

de constituir un fundamento para futuras pesquisas. Adicionalmente, de confirmarse la efectividad antimicrobiana del peróxido de hidrógeno y del hipoclorito sódico frente a la clorhexidina, los hallazgos podrían proporcionar una opción más accesible para la asepsia bucal de la colectividad.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

Desde su creación, los cepillos dentales se han convertido en los principales instrumentos de higiene oral. Sin embargo, su contaminación resulta inevitable pues su función implica el contacto con la biopelícula dental para su remoción mecánica (1). El modo de empleo, la calidad del cepillo y principalmente la falta de limpieza después del uso diario y su almacenamiento juntos (2,3) o en lugares al igual que los aposentos de aseo y/o encima de los lavamanos, los somete a circunstancias de humedad y polución que facilitan la propagación microbiana (4,5). Es sabido que los utensilios de higiene oral son propensos a la colonización de patógenos autónomos de la cavidad bucodental como provenientes del ambiente circundante, y se sospecha que podrían representar un foco de afecciones orales debido a reinfección o provocar una diseminación cruzada de patógenos entre individuos. (1).

Diversos estudios han determinado que las malas prácticas de desinfección y almacenamiento de los cepillos podrían favorecer la transmisión de diversas enfermedades sistémicas (6-9) e, incluso, podrían favorecer la transmisión del coronavirus (10,11).

Para mitigar la insalubridad de los utensilios odontológicos, se han implementado diversas técnicas, tales como el enjuague del cepillo con compuestos germicidas (clorhexidina, peróxido de hidrógeno, hipoclorito sódico, alcohol, triclosán, cloruro de cetilpiridinio y polivinilpirrolidona, entre otros), la ablución del cepillo bajo agua fluyente tras su utilización, la exposición a radiación ultravioleta, el uso de microondas, y la impregnación de substancias antimicrobianas en las fibras. (1,3,12-14).

A pesar de su relevancia, escasean las indagaciones que examinen la capacidad antiséptica del peróxido de hidrógeno al 6%, hipoclorito de sodio en proporciones del 1% y 2%, y del

gluconato de clorhexidina al 0,12% en instrumentos de higiene bucal. La relevancia de la pesquisa permitirá una evaluación neutral de la eficacia de estos compuestos, además de proporcionar un fundamento para futuras indagaciones científicas. Dado que tanto el peróxido de hidrógeno como el hipoclorito sódico son elementos accesibles y de bajo costo, este estudio adquiere una significación adicional al proponer una alternativa asequible y viable para el resguardo de la salud bucal en la comunidad.

Principio del formulario

En virtud de lo planteado, la finalidad de esta investigación será analizar el impacto antimicrobiano en ensayo *in vitro* del peróxido de hidrogeno al 6%, hipoclorito de sodio al 1% y 2%, gluconato de clorhexidina al 0,12% y agua purificada (como referencia) en escobillas odontológicas infestadas con Streptococcus mutans.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Existe diferencia en el efecto antibacteriano *in vitro* de los agentes desinfectantes sobre cepillos dentales inoculados con Streptococcus mutans ATCC 25175, según el conteo de Unidades Formadoras de Colonias UFC?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es el efecto antibacteriano *in vitro* del peróxido de hidrógeno al 6% sobre cepillos dentales inoculados con *Streptococcus mutans* ATCC 25175 según el UFC, considerado antes y después de la aplicación del agente?

- ¿Cuál es el efecto antibacteriano *in vitro* del hipoclorito de sodio al 1% sobre cepillos dentales inoculados con *Streptococcus mutans* ATCC 25175 según el UFC, considerado antes y después de la aplicación del agente?

- ¿Cuál es el efecto antibacteriano *in vitro* del hipoclorito de sodio al 2% sobre cepillos dentales inoculados con *Streptococcus mutans* ATCC 25175 según el UFC, considerado antes y después de la aplicación del agente?

- ¿Cuál es el efecto antibacteriano *in vitro* de la clorhexidina al 0,12% sobre cepillos dentales inoculados con *Streptococcus mutans* ATCC 25175 según el UFC, considerado antes y después de la aplicación del agente?

- ¿Cuál es el efecto antibacteriano *in vitro* del agua destilada (control) sobre cepillos dentales inoculados con *Streptococcus mutans* ATCC 25175 según el UFC, considerado antes y después de la aplicación del agente?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Comparar el efecto antibacteriano *in vitro* de los agentes desinfectantes sobre cepillos dentales inoculados con *Streptococcus mutans* ATCC 25175, según el conteo de Unidades Formadores de Colonias UCF.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar el efecto antibacteriano *in vitro* del peróxido de hidrógeno al 6% sobre cepillos dentales inoculados con *Streptococcus mutans* ATCC 25175 según el UFC, considerado antes y después de la aplicación del agente.

- Determinar el efecto antibacteriano *in vitro* del hipoclorito de sodio al 1% sobre cepillos dentales inoculados con *Streptococcus mutans* ATCC 25175 según el UFC, considerado antes y después de la aplicación del agente.

- Determinar el efecto antibacteriano *in vitro* del hipoclorito de sodio al 2% sobre cepillos dentales inoculados con *Streptococcus mutans* ATCC 25175 según el UFC, considerado antes y después de la aplicación del agente.

- Determinar el efecto antibacteriano *in vitro* de la clorhexidina al 0,12% sobre cepillos dentales inoculados con *Streptococcus mutans* ATCC 25175 según el UFC, considerado antes y después de la aplicación del agente.

- Determinar el efecto antibacteriano *in vitro* del agua destilada (control) sobre cepillos dentales inoculados con *Streptococcus mutans* ATCC 25175 según el UFC, considerado antes y después de la aplicación del agente.

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1 Teórica: El desarrollo del proyecto permitirá recopilar datos concernientes a la acción antimicrobiana del peróxido de oxígeno, hipoclorito sódico y clorhexidina para la asepsia de los cepillos bucales, al tiempo que proporcionará cimiento para indagaciones adicionales.

1.4.2 Metodológica: El método usado en este estudio permitirá comprobar de una manera confiable la eficacia antibacteriana de distintos agentes antibacterianos sobre cepillos dentales

1.4.3 Práctica: Si se verifica la efectividad antimicrobiana del peróxido de hidrogeno y del hipoclorito de sodio en cotejo con la clorhexidina, los hallazgos de la indagación podrían ofrecer una opción asequible y fácilmente disponible para el aseo oral del colectivo.

1.5. Limitaciones de la investigación

1.5.1 Temporal: El escrutinio evaluará el efecto antibacteriano de las soluciones solo durante un tiempo de exposición, por lo que no se podrá conocer el efecto con exposiciones de mayor duración.

1.5.2 Espacial: El estudio requiere que el transporte de las muestras a los laboratorios se realice tomando las precauciones para que no se contamine o altere su contenido.

1.5.3 Recursos: Los costos del proyecto fueron asumidos íntegramente por el autor.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes de la Investigación

Maza-García et al. (2025). Evaluaron la presencia y proliferación bacteriana en aditamientos de higiene oral bajo condiciones tradicionales de almacenamiento húmedo. El objetivo de la investigación fue analizar cómo influye los factores ambientales en la retención microbiana en los filametos de los cepillos. Mediante un diseño experimental in vitro, monitorearon la carga bacteriana demostrando que el Streptococcus mutans, en conjunto con otras cepas patógenas, incrementa su proliferación de forma exponencial debido al remamemte de humedad en las cerdas. Los autores concluyeron que la desinfección química protocolizada inmediatamente preventiva obligatoria para evitar procesos de autoinoculación e infecciones orales recurrentes. (15)

Grover et al. (2024). Desarrollaron una investigación experimental in vitro con el objeto de evaluar y comparar la eficacia antibacteriana de diferetes soluciones desifectantes, incluyendo la clorhexidia y compuestos fitoterapéutos alternativos, sobre cepillos dentales previamente contaminados. Emplearon una metodología basada en la inoculación controlada de cepas estandarizadas de Streptococcus mutans, aplicado el protocolo de inmersión en los reactivos evaluados por un intervalo estricto de tiempo, para posteriormente cuantificar la supervivencia celular mediante el método microbiológico de recuentro directo de Unidades Formadoras de Colonia (UFC/ml). Los resultados analíticos e inferenciales demostraron que la clorhexidina exhibió los índices de inhibición y eliminación de microbiana más elevados en comparación con las alternativas herbales evaluadas. En consecuencias, el estudio arribó a la conclusión de que la clorhexidina se ratifica solidamete como el estándar de oro (gold standard) para la higienización y control de biofilmes en aditamiento dentales, fundamentando su viabilidad clínica gracias a su prolongada sustantividad y potencia bactericida. (16)

Ortiz-Mendoza y Silva-Paredes (2023). Determinaron la efectividad antibacteriana de agentes químicos alternativos frente al enjuague bucal con gluconato de clorhexidina como estrategia estándar de desifección del cepillo dental. Para ello, emplearon un diseño metodológico in vitro donde inocularon cepillos dentales con la cepa estándar de Streptococcus mutans ATCC 25175. Evaluaron el efecto biocida de la clorhexidina al 0,12% tras un periodo de inmersión controlada de 15 minutos, comparándolo mediante el recuento macroscópico directo de Unidades Formadoras de Colonias (UFC/ml). Los resultados demostraron que la clorhexidina al 0,12% mantiene la mayor estabilidad química y potencia antibacteriana reduciendo la carga microbiana a niveles estadísticamente significativos en comparación con los otros agentes, concluyendo que sigue siendo el estándar de elección para el control biológico de los aditamentos. (17)

Maticorena (2023) Los autores desarrollaron el experimento con el fin de "dilucidar el impacto antimicrobiano del gluconato de clorhexidina al 0,12% en comparación con el hipoclorito sódico al 2% sobre escobillones orales contaminados con Streptococcus mutans." Este escrutinio fue de carácter experimental en condiciones in vitro, se llevó a cabo en la capital peruana. Se emplearon en total 90 cepillos bucales, clasificados en una tríada de conjuntos de acuerdo con el agente saneador asignado: gluconato de clorhexidina al 0,12%, hipoclorito sódico al 2%, y agua destilada (como grupo referencial). A cada escobillón se le aplicaron 6 mL de una mezcla homogénea de Streptococcus mutans. Las muestras fueron colocadas en incubación a 37 °C durante un intervalo de 24 horas en un ambiente con 5% de CO_2. En la fase de purificación, los cepillos se sumergieron en 200 mL del agente desinfectante respectivo por un periodo de 10 minutos. Tras la intervención, los escobillones fueron depositados en envases estériles conteniendo 15 mL de solución salina, y sometidos a agitación mediante vórtice durante un minuto. Se tomó una porción de cada mezcla para ser sembrada en agar con base

sanguínea, que fue incubada por 48 horas a 37 °C bajo condiciones de 5% de CO_2, para observar la multiplicación de microorganismos.

Se constató que la exposición a las tres preparaciones ensayadas (gluconato de clorhexidina al 0,12%, hipoclorito sódico al 2% y solución salina) originó una contracción marcada en los niveles de Streptococcus mutans ($P < 0,0001$). La merma fue equivalente entre las muestras tratadas con gluconato de clorhexidina al 0,12% y con hipoclorito sódico al 2% ($P = 1,000$), y sobresalientemente mayor que la observada en el conjunto de referencia ($P < 0,0001$). En conclusión, la aplicación del gluconato de clorhexidina al 0,12% y del hipoclorito sódico al 2% provocó una reducción análoga en los índices de Streptococcus mutans implantados en escobillones bucales. (18).

Joy, *et al.* (2022) en su indagación con el fin de "contrastar la infestación microbiana en escobillas bucales y su depuración mediante el empleo de varios germicidas". Esta pesquisa fue de índole *in vitro*, y se ejecutó en territorio indio. En el ensayo participaron 80 sujetos voluntarios, quienes recibieron una escobilla dental y pasta dentífrica, junto con pautas para la asepsia oral. Transcurrido un mes, se recolectaron las escobillas y se examinó la proliferación microbiana a través de cultivos aeróbicos. Luego, los cepillos se segmentaron en cuatro conjuntos ($n = 20$) y se sometieron durante una hora a uno de los siguientes compuestos: gluconato de clorhexidina al 0,2%, Listerine, Dettol o agua corriente (como control). Al concluir el periodo de exposición, los cepillos fueron nuevamente cultivados para valorar la potencia de cada sustancia. Se halló que todas las escobillas bucales manifestaron un crecimiento notable de bacterias tras un mes de empleo ($P < 0,001$); la mayor parte estaban contaminadas con *Escherichia coli* (17,1%). Asimismo, se observó que todos los conjuntos experimentales mostraron una disminución de la carga microbiológica ($P<0,001$); el efecto antimicrobiano más prominente se detectó en el conjunto tratado con Dettol (95,3%), seguido por el gluconato de clorhexidina al 0,2% (83,3%) y Listerine (75%); el agua corriente no

evidenció una acción descontaminante relevante. En conclusión, las escobillas dentales evidencian una contaminación significativa con el uso, y los agentes evaluados poseen un efecto depurador, aunque no logran una eficacia del 100%; el efecto más elevado se registró con Dettol. (5).

Pradeep, *et al.* (2022) Se efectuó una pesquisa con la finalidad de "contraponer la infestación microbiana de cepillos dentales y su depuración mediante la aplicación de varios desinfectantes". El ensayo fue de índole experimental in vitro y tuvo lugar en la India. En este experimento participaron 160 individuos voluntarios, a quienes se les otorgó un cepillo de dientes y dentífrico, junto con prescripciones para el aseo oral. Tras un lapso de 1 mes, se recolectaron los cepillos para evaluar la infestación microbiana mediante un cultivo aeróbico. Posteriormente, los cepillos fueron segregados en cuatro conjuntos (n = 40) y se expusieron durante 1 hora a uno de los siguientes compuestos: gluconato de clorhexidina al 0,2%, Listerine, Dettol o agua de grifo (como referencia). Finalizado ese periodo, los cepillos fueron cultivados para juzgar la eficacia de cada compuesto. Se descubrió que todos los cepillos dentales presentaban un incremento considerable en colonias bacterianas tras 1 mes de uso (P: 0,001); la proliferación bacteriana aeróbica previa a la descontaminación en los conjuntos precisaodos a gluconato al 0,2%, Listerine, Dettol o agua de grifo fue de 91,6%, 75,84%, 75%, y 81,67% respectivamente (P:0,01). Luego de la desinfección, la proliferación bacteriana aeróbica descendió a 34,17%, 30,84%, 24,17% y 74,17% respectivamente (P:0,002); el agua de grifo no evidenció un efecto descontaminante notable. Los microorganismos con mayor resistencia —incluso tras la desinfección— fueron Klebsiella, Micrococos y Escherichia coli. Se concluyó que los cepillos dentales manifiestan una considerable contaminación con el uso, y que los agentes evaluados presentan un efecto de purificación, aunque sin llegar a una efectividad del 100%; Dettol demostró el mayor grado de eficacia. (19).

Assari, *et al.* (2022) Se emprendió una indagación con el propósito de "contrastar el impacto antimicrobiano de diversos agentes desinfectantes sobre utensilios dentales". La pesquisa fue de carácter in vitro y tuvo lugar en Arabia Saudita. En el análisis colaboraron 55 sujetos voluntarios, quienes recibieron un cepillo dental y pasta dentífrica, junto con directrices específicas para la higiene bucodental. Transcurridas 2 semanas, se recolectaron los cepillos dentales para evaluar su infestación microbiana a través de cultivo aeróbico. En lo sucesivo, los escobillones fueron segregados en una docena menos uno de ensambles (n = 5) y sometidos, cada uno, a una de las subsecuentes variantes de descontaminación: gluconato de clorhexidina al 0,2%, Listerine al 0,1%, etanol al 70%, povidona yodada al 10%, hipoclorito sódico al 1%, exposición a rayos ultravioleta, irradiación por microondas, peróxido de hidrógeno al 3%, vinagre destilado al 100% y agua de grifo (como referencia). Subsiguentemente, los escobillones fueron cultivados para escrutar la eficacia de cada fórmula. Se demostró que todos los grupos experimentaron una reducción notable en la multiplicación de microorganismos. Las soluciones de glutaraldehído al 2% y peróxido de hidrógeno al 3% exhibieron la contracción más destacada en el promedio de cúmulos bacterianos y en la mengua porcentual en relación al total bacteriano, respectivamente. Las clases de microbios colonizadores dominantes incluyeron Bacillus subtilis, Sarcina, y Streptococcus pneumoniae, con preponderancias de 28%, 26%, y 24%, correspondientemente. A manera de colofón, todos los compuestos revisados revelaron un efecto purificador sobre los cepillos bucales, destacándose el impacto de las disoluciones de glutaraldehído al 2% y de peróxido de hidrógeno al 3%. (20).

Cayo CF, *et al.* (2021) Dicho estudio se centró en examinar el impacto bactericida del peróxido de hidrógeno en comparación con el hipoclorito sódico sobre cepillos bucales inoculados con *Streptococcus mutans*." Este examen fue de índole experimental in vitro y se llevó a cabo en el territorio de Perú. La cohorte estuvo compuesta por 60 escobillones orales, divididos en cuatro subconjuntos de 15 escobillones cada uno, según el compuesto químico asignado:

peróxido de hidrógeno al 6%, hipoclorito sódico al 1% y al 2%, además de agua destilada (empleada como grupo referencial). Los escobillones fueron esterilizados mediante autoclave y, subsecuentemente, se les inoculó una emulsión de cepas de Streptococcus mutans, para luego ser incubados a una temperatura de 37 °C durante un intervalo de 24 horas. Seguidamente, se procedió a sumergir cada conjunto de escobillones en 200 mL del agente químico correspondiente durante una duración de 10 minutos. Se realizó un análisis microbiano de los escobillones, tanto antes como después de la inmersión en los agentes purificadores. Los descubrimientos indicaron que el peróxido de hidrógeno al 6% exhibió un promedio de proliferación de 2×10^9 ufc/mL, sugiriendo una mayor eficacia en comparación con el hipoclorito sódico al 1%, que mostró un promedio de 4×10^9 ufc/mL. Esta eficacia, a su vez, fue menor a la del hipoclorito sódico al 2%, el cual alcanzó un conteo de 0 UFC/mL de S. mutans (P = 0,004). En suma, tanto el peróxido de hidrógeno al 6% como los hipocloritos sódicos al 1% y al 2% evidenciaron propiedades antimicrobianas, siendo el hipoclorito sódico al 2% el de máxima efectividad. (14).

Ralephenya TRMD, *et al.* (2020) Se ejecutó una pesquisa con el propósito de "determinar la eficacia de distintos compuestos descontaminantes en la depuración de instrumentos de aseo dental". El proyecto fue de índole experimental in vitro y se llevó a cabo en Sudáfrica. La colección de muestras consistió en 98 cepillos dentales previamente empleados pacientes con necesidades de higiene oral, los cuales fueron disgregados en 4 categorías según el compuesto químico que se les aplicaría: gluconato de clorhexidina al 0,2% (Brushtox), gluconato de clorhexidina al 0,12% (Andolex C), etanol al 26,98% (colutorio Listerine), y como sustancia de control el agua. Se procedió a un análisis microbiológico de los cepillos para identificar los organismos patógenos presentes, tanto antes como después de la aplicación de los agentes purificadores. Los resultados mostraron que el 78% de los cepillos dentales estaban contaminados con diversos microorganismos; las especies más recurrentes fueron estafilococos

coagulasa negativos en el 49% de los cepillos, Pseudomonas spp con un 37%, Staphylococcus aureus con un 32%, Streptococcus mutans con un 14%, coliformes en el 9% y Candida albicans en el 3%. La descontaminación mediante gluconato de clorhexidina al 0,12% y el uso de etanol al 26,98% logró mitigar en un 74% la presencia de contaminantes en cada pieza analizada, mientras que el gluconato de clorhexidina al 0,2% produjo una disminución del 90%, y el agua no ejerció ningún efecto (0,0%). El estudio concluye que, aunque Brushtox se comercializa como un spray desinfectante para herramientas dentales, los análisis evidenciaron que sumergir las piezas en dicho compuesto químico constituye la estrategia metodológica más eficiente para mitigar la contaminación bacteriana (13).

Filho PN, *et al.* (2020) Efectuaron una pesquisa con el propósito de "calibrar el grado de polución y los métodos de saneamiento aplicados a los cepillos bucales de personas con capacidades diferentes". La indagación fue de carácter empírico. La cohorte estuvo integrada por 39 individuos con discapacidades provenientes de Brasil. El protocolo se segmentó en tres fases: en la primera fase, los participantes efectuaron el cepillado de sus dientes, enjuagaron sus cepillos con agua y estos se pulverizaron con agua esterilizada de grifo. En la segunda y tercera fases, los pasos siguieron patrones semejantes a los de la primera fase, salvo que los cepillos fueron asperjados con soluciones de clorhexidina al 0,12% y cloruro de cetilpiridinio al 0,05%, respectivamente. Al culminar cada fase, se ejecutó un escrutinio microbiológico mediante cultivos de microbios y se observó la generación de biopelículas cariogénicas. En la primera fase se detectó la presencia de *Streptococcus mutans* en el 76,9% de los cepillos, con una proliferación de colonias/biopelículas variando entre 0 y +100. En la segunda fase, no se identificaron colonias de este microbio. En la tercera fase, solo el 10,2% de los cepillos estaban contaminados, y la cantidad de colonias/biopelículas osciló entre 1 y 31. El análisis concluyó que las cerdas de los cepillos empleados por individuos discapacitados se contaminaron desde el primer uso, y que tanto el rociado tanto el gluconato de clorhexidina al 0,12% como el

cloruro de cetilpiridinio al 0,05% poseen una efectividad potencial en la depuración de los escobillones bucales. (21).

1.2. Basess teóricas

1.2.1 Contaminación de cepillos dentales

Los cepillos odontológicos constituyen los artículos de aseo bucal más empleados en la época contemporánea. No obstante, el modo de utilización, la calidad del utensilio y primordialmente la carencia de limpieza posterior a cada uso cotidiano, así como su almacenamiento en proximidad o en emplazamientos como baños y/o sobre lavamanos, los someten a entornos de humedad y contaminación propicios para la expansión microbiana (2-5). La Asociación Dental Estadounidense sugiere la sustitución del cepillo odontológico cada 3-4 meses; este intervalo considera la disminución de su eficacia mecánica, pero no toma en cuenta la carga de contaminación bacteriana. Si se considerara dicho aspecto, el reemplazo debería efectuarse con mayor frecuencia. (12).

La polución del cepillo odontológico resulta ineludible, dado que su propósito conlleva el contacto directo con la biopelícula dental para su remoción mecánica. Se sospecha que podrían actuar como focos de dolencias orales por re-inoculación, además de posibilitar la diseminación de patógenos bucales entre individuos (contaminación cruzada). (1).

Diversos estudios han determinado que las malas prácticas de desinfección y almacenamiento de los cepillos podrían favorecer la transmisión del virus de la hepatitis (6,7), producir complicaciones en pacientes con fibrosis quística pulmonar (8), así como en pacientes de cuidados intensivos por cáncer gastroesofágico (9), e, incluso, podrían favorecer la transmisión del coronavirus (10,11).

Análisis conducidos por Luciano HX, *et al.* (22) y Queiroz FS, *et al.* (23) coinciden en reportar malos hábitos de uso y almacenamiento de los cepillos, mientras que Jaramillo A, *et al.* (1), Contreras A, *et al.* (24), Mobin M, *et al.* (25) y Ralephenya TRMD, *et al.* (13) coinciden en reportar índices de proliferación microbiana en los aditamientos de higiene oral pertenecientes a las muestras comunitarias evaluadas. Cabe señalar que los hábitos deficientes de limpieza de los cepillos son comunes también entre estudiantes de carreras de medicina (26) y odontología (27,28).

1.2.2 Caracteristicas Histológicas, Metabólicas y Factores de Virulencia del Streptococcus mutans

El Streptococcus mutans es un microorganismo esférico, organizado estructuralmente en cadenas cortas o pares, morfológicamente clasificado como una bacteria grampositiva, anaeróbica facultativa y catalasa negativa. Dentro del ecosistema de la cavidad oral, se posiciona como el agente patogéno primario e iniciador en la etiología en la enfermedad de la caries dental. Su capacidad para colonizar superficies artificiales e inertes (como el nailon) y tehidos biológicos duros radica en un conjunto especifico de factores de virulencia de base genética y metabólica (29):

- **Síntesis de polímeros extracelulares e interacción de la matriz:** El microorganismo secreta enzimas especializadas denominadas glucosiltransferasas (GtfB, GtfC, GtfD). Estas enzimas utilizan la sacarosa de la dieta como sustrato específico para rromper sus enlaces y sintetizar polímeros insolubles de glucono (glucano de enlace Alpha -1,3) (30). Este exopolisacárido opera como un andamiaje o “cemento biológico” de alta adherencia molecular.

Dicha matriz tridimensional no solo encapsula a las bacterias protegiéndolas de agentes mecánicos, sino que facilita un anclaje irreversible sobre las cerdas poliméricas del cepillo dental, estructurando biopelículas bacterianas maduras (30).

- **Potencial acidogenico exponencial:** Posee vías metabólicas glucolíticas altamente eficientes que le permiten procesar una amplia gama de carbohidratos fermentables, generando como producto final del desecho metabólico grandes concentraciones de ácido láctico, lo cual reduce drásticamente el pH del microentorno (31).

- **Capacidad acidúrica progresiva:** A diferencia de otros colonizadores orales, S. mutans sobrevive y mantiene su maquinaria metabólica activa en entornos con un pH marcadamente ácido (inferior a 5.5). Esto se debe a la optimización de su en enzima ATPasa translocadora de protones de membrana, la cual bombea activamente iones de hidrógeno fuera de la célula para preservar a homeostasis de su citoplasma (32).

1.2.3 Agentes desinfectantes de uso odontológico

Para higienizar instrumentos de aseo bucal, se han implementado diversos procedimientos, tales como la inmersión del cepillo en compuestos germicidas (v.gr. hipoclorito sódico, peróxido de oxígeno, clorhexidina, triclosán, etanol, cloruro de cetilpiridinio y polivinilpirrolidona, entre otros), el enjuague del utensilio en agua corriente inmediatamente después de su utilización, el empleo de radiación ultravioleta, la exposición a microondas y la aplicación de sustancias antimicrobianas sobre las fibras de limpieza (1,3,12-14). Para el presente análisis, se emplearán hipoclorito sódico, peróxido de oxígeno y clorhexidina.

- **<u>Hipoclorito de sodio</u> (NaClO):** Sustancia desinfectante de naturaleza halógena, caracterizada por ser un fluido transparente, pálido de tono blanquecino amarillento, altamente cáustico, y dotado de un penetrante aroma clorinado. Posee una capacidad disolvente notable sobre tejidos necrosados y remanentes orgánicos, junto a un intenso poder antimicrobiano. Su uso es común como antiséptico doméstico, en la purificación de agua, como agente blanqueador en el ámbito textil, y en el sector médico como bactericida. Debido a su elevada toxicidad, se comercializa en diluciones moderadas (0,5 a 5,25%) (29,32). Este compuesto surge de la combinación entre el ácido hipocloroso (HOCl) y el hidróxido sódico (NaOH). (33).

Es un agente de descontaminación de clase media y bajo coste. Incorpora cloro en un estado de oxidación avanzada, lo cual le confiere un carácter poderoso como oxidante no específico, capaz de interactuar con diversos elementos subcelulares y de alterar múltiples enzimas y trayectorias metabólicas. Desorganiza la permeabilidad de las envolturas celulares, obstaculiza el transporte de compuestos, desintegra las estructuras proteicas y reacciona con los nucleótidos (34,35). Su efecto antimicrobiano se manifiesta al entrar en contacto con proteínas del tejido, generando compuestos como hidrógeno, formaldehído y acetaldehído. Las proteínas se disuelven mediante la ruptura de sus enlaces peptídicos; durante este proceso, el hidrógeno es reemplazado por cloro, lo que da lugar a la formación de cloramina, un compuesto antimicrobiano que obstaculiza la oxidación celular mediante la desactivación permanente de enzimas en lípidos y ácidos. Así, el tejido necrosado se desintegra, permitiendo al hipoclorito sódico una penetración y limpieza más efectiva en las zonas infectadas. (33,36).

El pionero Henry Dakin fue el primer individuo en proponer su empleo como preparación antiséptica, destinada al tratamiento de las laceraciones de combatientes durante la Gran Guerra. En torno al año 1920, Barret incorporó su uso en terapias endodónticas bajo el nombre de “solución de Dakin” (hipoclorito sódico al 0,5%), y hasta el presente sigue utilizándose con

este propósito gracias a sus atributos antibacterianos, lubricativos y su capacidad para disolver tejidos. (33,37).

Sus cualidades antimicrobianas y como agente disolutorio provienen de: 1.- Su facultad para oxidar las proteínas; 2.- El metabolismo bacteriano se ve alterado debido a la acción del ácido hipocloroso, el cual se origina a partir del cloro libre. Al emanar oxígeno y cloro, este agente interactúa con las proteínas presentes en las membranas de las bacterias y en la superficie de las esporas, bloqueando sus funciones vitales; 3.- Su poder osmótico, que permite la extracción de líquidos desde el interior de las células; 4.- Además de estas capacidades, en el ámbito de la endodoncia se emplea con frecuencia como blanqueador e irrigador, facilitando la disolución y remoción de restos tisulares, la neutralización de la acidez en tejidos necrosados o infectados, debido a sus propiedades de reducida tensión en la superficie, le permite infiltrarse en las complejas irregularidades del canal radicular. (32,33,38-40).

Es pertinente subrayar que la densidad del hipoclorito sódico constituye un elemento crucial en la degradación de las soluciones; un pH elevado confiere mayor estabilidad, provocando una liberación paulatina de cloro. Sin embargo, al reducirse el pH, la solución se torna volátil y la pérdida de cloro se acelera, acortando su vigencia. Las preparaciones al 5% se desintegran con mayor celeridad que aquellas al 0,5% a una temperatura de 24 °C (33,41). Conviene puntualizar que estas soluciones son inherentemente inestables, por lo cual deben ser formuladas cotidianamente; al combinarse con otros compuestos, emanan gases nocivos; pueden causar despigmentación en tejidos, irritación dérmica y en mucosas; además, son corrosivas para superficies metálicas. (32,38,44,45).

- <u>Peróxido de hidrógeno</u> (H_2O_2) (agua oxigenada, dioxógeno, óxido de agua o dioxidiano): Desinfectante de tipo oxidante. Es una sustancia incolora con amplio espectro biocida, y es ampliamente utilizada como antiséptico doméstico. Son efectivos frente a bacterias, virus, e

incluso esporas. No se desactivan en presencia de sustrato orgánico, no coagulan proteínas, facilitan la eliminación de residuos orgánicos y disminuyen la probabilidad de formación de biopelículas. Se emplea primordialmente en formulaciones líquidas para desinfección de calibre elevado (DCE) y en estado gaseoso para descontaminar superficies en establecimientos de asistencia sanitaria. No genera perjuicio ambiental, ya que se desintegra en compuestos inofensivos (hidrógeno y oxígeno); sin embargo, a concentraciones superiores al 20%, es corrosivo y puede inducir combustión espontánea al entrar en contacto con materiales orgánicos. (34,43,45).

El empleo de este agente oxigenado se encuentra ampliamente documentado como agente de higiene bucal. Mizuno H, *et al.* (9) ejecutaron un estudio con 44 pacientes japoneses con cáncer de esófago, encontrando que la limpieza interdental intensiva con solución de cloruro de bencetonio y limpieza de lengua con peróxido de hidrógeno, logra una mayor reducción de bacterias orales en comparación con la higiene bucal de rutina.

Para disminuir la concentración salival de SARS- CoV-2 en la práctica dental, diversas investigaciones han sugerido el uso de colutorios con peróxido de hidrógeno como un protocolo preparatorio válido antes de atender al paciente. En este contexto, Méndez y Villasanti (46) efectuaron un escrutinio de los repositorios de información PubMed, Cochrane y Elsevier abarcando publicaciones desde enero de 2019 hasta junio de 2020, descubriendo que no se hallaban ensayos aleatorizados controlados ni investigaciones de observación clínica respecto al impacto profiláctico o terapéutico del peróxido de hidrógeno contra el virus, aunque sí existen esquemas de pruebas clínicas que se encuentran en etapa de reclutamiento.

- **Clorhexidina:** Antiséptico de espectro extenso, efectivo contra microorganismos grampositivos y gramnegativos. Es capaz de actuar contra virus con envoltura lipídica y ciertos hongos, aunque no erradica esporas ni bacterias resistentes a alcoholes o compuestos ácidos

(34, 47, 48). Este compuesto fue concebido en los años 40 por la empresa británica Imperial Chemical Industries, durante una investigación sobre la malaria. Al verificarse su eficacia, fue introducido en los años 50 como desinfectante para lesiones cutáneas y, más adelante, comenzó a aplicarse en el ámbito quirúrgico. (49).

La clorhexidina ocasiona modificaciones en la arquitectura de la envoltura celular y altera la homeostasis osmótica, provoca la precipitación del citoplasma e impide el aprovechamiento del oxígeno por parte de las bacterias. (45-50).

Dicha sustancia se emplea de igual forma como agente de enjuague bucal, gracias a su afinidad biológica para unirse al componente mineral del esmalte, a la biopelícula dental y a los elementos proteicos salivales. En este contexto, la clorhexidina se libera de manera paulatina, disminuyendo la colonización bacteriana en un proceso que se extiende de 8 a 12 horas; sin embargo, se han detectado vestigios menores del agente incluso hasta 24 horas después. (49).

La clorhexidina no debe aplicarse sobre el SNC, meninges o en el oído medio (47). Su efecto disminuye al ser expuesta a la luz, pH alcalino o detergentes aniónicos (50).

Conviene destacar que la tenacidad de los microbios ante agentes desinfectantes se vincula a mecanismos inherentes que les permiten fijarse a superficies y conformar una biopelícula cuando el procedimiento de aseo es insuficiente. La biopelícula generada puede obstruir el ingreso del desinfectante hacia las bacterias, provocar interacción química con el agente antiséptico, alterar el microentorno, activar la liberación de enzimas degradativas, y ocasionar mutaciones genéticas entre las células (35). Por ende, es crucial enfatizar que los colutorios bucales constituyen un adecuado suplemento para la asepsia oral, mas no sustituyen la eliminación física de la placa a través cepillado y el uso de seda dental.

1.3. Formulación de Hipótesis

1.3.1. Hipótesis general

H: Existe diferencia estadísticamente significativa en la actividad microbicida *in vitro* del peróxido de oxígeno al 6%, hipocloruro de sodio al 1% y 2%, gluconato de clorhexidina al 0,12%, y agua purificada (como referencia) sobre escobillas dentales infestadas con *Streptococcus mutans* ATCC 25175, basándose en el cálculo de UCF.

H: No existe diferencia estadísticamente significativa en la actividad microbicida *in vitro* del peróxido de oxígeno al 6%, hipocloruro de sodio al 1% y 2%, gluconato de clorhexidina al 0,12%, y agua purificada (como referencia) sobre escobillas dentales infestadas con *Streptococcus mutans* ATCC 25175, conforme al cálculo de UCF.

1.3.2. Hipótesis específicas

H1: Existe un efecto in vitro estadísticamente notable del peróxido de hidrógeno al 6% en utensilios dentífricos impregnados con Streptococcus mutans ATCC 25175, según el cómputo de UCF registrado previo y posterior a la introducción del compuesto.

H0: No existe un efecto in vitro estadísticamente notable del peróxido de hidrógeno al 6% en utensilios dentífricos impregnados con Streptococcus mutans ATCC 25175, según el cómputo de UCF registrado previo y posterior a la introducción del compuesto.

H2: Existe un efecto in vitro estadísticamente significativo del hipoclorito sodio al 1% en escobillas dentales infestadas con Streptococcus mutans ATCC 25175, conforme al cálculo de UCF registrado antes y después de la administración del agente.

H0: No existe un efecto in vitro estadísticamente significativo del hipoclorito de sodio al 1% en escobillas dentales infestadas con Streptococcus mutans ATCC 25175, conforme al cálculo de UCF registrado antes y después de la administración del agente.

H3: Existe un efecto in vitro estadísticamente significativo del hipoclorito de sodio al 2% en instrumentos de limpieza bucal contaminados con Streptococcus mutans ATCC 25175, en relación con el recuento de UCF determinado previo y posterior al uso del reactivo.

H0: No existe un efecto in vitro estadísticamente manifiesta del hipoclorito de sodio al 2% en instrumentos de limpieza bucal contaminados con Streptococcus mutans ATCC 25175, en relación con el recuento de UCF determinado previo y posterior al uso del reactivo.

H4: Existe un efecto in vitro estadísticamente relevante del gluconato de clorhexidina al 0,12% en utensilios dentales invadidos por Streptococcus mutans ATCC 25175, de acuerdo con el número de UCF registrado antes y tras la administración del químico.

H0: No existe un efecto in vitro estadísticamente relevante del gluconato de clorhexidina al 0,12% en utensilios dentales invadidos por Streptococcus mutans ATCC 25175, de acuerdo con el número de UCF registrado antes y tras la administración del químico.

H5: Existe un efecto in vitro estadísticamente perceptible del agua purificada (como referencia) en escobillas bucales infestadas con Streptococcus mutans ATCC 25175, en función del conteo de UCF contabilizado antes y después de la exposición al agente.

H0: No existe un efecto in vitro estadísticamente perceptible del agua purificada (como referencia) en escobillas bucales infestadas con Streptococcus mutans ATCC 25175, en función del conteo de UCF contabilizado antes y después de la exposición al agente.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Método de la investigación

- Hipotético-deductivo: Formula una suposición sobre el fenómeno observado ya sea por intuición o por razonamiento deductivo que se someterá a prueba mediante evaluaciones cuantitativas o ensayos experimentales.

3.2. Enfoque de la investigación

- Cuantitativo: Utiliza parámetros susceptibles de medición numérica.

3.3. Tipo de investigación

- Aplicada: Indaga inéditos saberes con miras a eventuales usos pragmáticos.

3.4. Diseño de la investigación

- Experimental: El indagador altera deliberadamente la variable independiente (aplicación de peróxido de hidrógeno, hipoclorito de sodio y gluconato de clorhexidina) para evaluar su efecto directo sobre la variable dependiente (carga bacteriana de Streptococcus mutans).

- Longitudinal: Examina el grupo en múltiples momentos o intervalos.

- Prospectivo: Los datos serán compilados con posterioridad a su planificación, conforme se desarrolle la investigación.

- Alcance del Explicativo- Comparativo: La investigación es de nivel explicativo y alcance comparativo, ya que no solo busca determinar la causa del efecto antibacteriano, sino contrastar de forma estadística cual de los agentes químicos pesenta mayor eficacia en la desinfección.

3.5. Población, muestra y muestreo

3.5.1. Población

- **Población biológica:** La población estuvo constituida por la totalidad de las cepas bacterianas estándar de Sreptococcus mutans ATCC 25175, cultivadas y estandarizadas bajo condiciones controladas de laboratorio.

- **Población material (Unidades de estudio):** Asimismo, la población material de soporte estuvo conformada por los cepillos dentales de la marca (Colgate) utilizados como vehículos para el proceso de inoculación y posterior desinfección.

3.5.2. Muestra

El conglomerado de especímenes se constituirá por 75 instrumentos de aseo bucal de la línea Colgate, carentes de compuestos bactericidas integrados. Los compuestos antimicrobianos sometidos a escrutinio serán peróxido de hidrógeno al 6%, hipoclorito de sodio preparadas a una concentración de 1 y 2%, gluconato de clorhexidina al 0,12%, y agua destilada (empleada como referencia). Para analizar el impacto microbicida, se utilizarán aislados biológicos de Streptococcus mutans ATC 25175 en fase de cultivo, y la cuantificación bacteriana se desarrollará tomando como métrica el conteo de UFC. por mililitro (ufc/mL), convertidas a cifras decimales.

El cálculo del volumen muestral fue tomado como referencia de los estudios de Cayo CF, et al. (14), Rojas EH (51), Basman A, et al. (52), así como en los de Salazar y Zurita (53).

3.5.3. Muestreo

Se aplico un muestreo no probabilístico por conveniencia (intencional), debido a que la selección y distribución de las unidades experimentales se relizó bajo un estricto criterio técnico y de estandarización en el laboratorio para garantizar la homogeneidad del experimento.

3.6. Variables y operacionalización

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	TIPO	ESCALA DE MEDICIÓN	ESCALA VALORATIVA
Agente desinfectante	Sustancia química que se aplica sobre materiales inertes con el propósito de destruir, inhibir o neutralizar el crecimiento de los microorganismos patógenos. (54)	Se evaluará mediante la aplicación *in vitro* de los agentes desinfectantes en concentraciones específicas durante el tiempo de exposición estandarizado.	Principio activo químico	Cualitativa	Nominal	- Peróxido de hidrógeno al 6% - Hipoclorito de sodio al 1% y 2% - Gluconato de clorhexidina al 0,12% - Agua destilada (control)
Efecto antibacteriano	Capacidad de un agente químico para provocar muerte o detener la proliferación célular de una población bacteriana, cuantificable en entornos laboratoriales. (55)	Medición del número de microorganismos vivos mediante la siembra microbiológica en placas de agar.	Unidades Formadoras de Colonias (UFC/ml)	Cuantitativa	Razón	Número de colonias de *Streptococcus mutans* contadas.

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.7.1. Técnica

La técnica empleada para la obtención de los datos fue la observación directa estructurada, la cual es idónea para el diseño experimental *in vitro* de esta investigación. Esta técnica se ejecutó mediante el análisis microbiológico a través del método de siembra por extensión en placas de agar y el recuento directo de Unidades Formadoras de Colonias (UFC). Esta técnica permitió cuantificar visualmente la supervivencia o inhibición bacteriana de *Streptococcus mutans* ATCC 25175 en las unidades experimentales tras la aplicación de los agentes desinfectantes.

3.7.2 Instrumento

El instrumento utilizado fue una ficha de registros de datos experimetales. (Anexo 2). Este instrumento consistió en una matriz documental diseñada en formato de tabla, estructurada para recopilar de forma ordenada los valores numéricos del conteo visual de UFC obtenidos en cada placa Petri, clasificados por grupos químicos y número de réplica

3.7.3 Descripción

La pesquisa fue ejecutada conforme al arquetipo estipulado por Cayo CF y colegas (14). Para discernir el influjo antimicrobiano, se dispuso la cepa de referencia *Streptococcus mutans* ATC 25175, y la cuantificación se basó en la estimación de UFC/ml.

Las cepas liofilizadas fueron conservadas en reposo bajo temperaturas que oscilaron entre 2 y 8 °C. Posteriormente, la cepa fue reanimada mediante un proceso de humidificación. A continuación, el hisopo se impregnó con los materiales humectados, los cuales se integraron en un caldo de tioglicolato (Merck S.ATM). Acto seguido, fueron depositados en un contenedor de anoxia (BBLGasPak®) y sometidos a una incubación de 48 horas a 37 °C (incubadora Memmert®).

La observancia cualitativa se estructuró a partir de un modelo de opacidad de 0.5 en la escala de McFarland, sacudiendo vehementemente dicho patrón en un mezclador vórtex (Thermolyne®) y confirmando su densidad, cuya absorbancia se midió a través del espectrofotómetro acoplado a un haz luminoso de 1cm de espacio.

Luego, se preparó la combinación del inóculo, ajustándola a una densidad de 1.5×10^8 (UFC/mL). Para conseguir este nivel, se realizaron diluciones secuenciales en proporción de 1:10. Posteriormente, se elaboraron las soluciones destinadas a los cepillos, manteniéndolas estables en una proporción de $1/10^6$ ufc/mL.

Un total de 75 cepillos dentales fueron descontaminados en autoclave a 121 °C por una duración de 15 minutos. Luego, fueron distribuidos aleatoriamente en cinco lotes de 15 piezas cada uno, asignándoles los siguientes compuestos: peróxido de hidrógeno al 6%, hipoclorito de sodio al 1% y al 2%, gluconato de clorhexidina al 0.12% y agua destilada (como control).

Cada cepillo fue colocado en un tubo Falcon y empapado con 15 mL de la suspensión calibrada de *Streptococcus mutans*, sumergiendo toda la parte de las cerdas en la mezcla. Posteriormente, fueron incubados a 37 °C durante 24 horas en condiciones de anaerobiosis.

Durante la etapa de descontaminación, cada conjunto de cepillos fue inmerso en 200 mL del reactivo asignado por un lapso de 10 minutos. Posteriormente, todos los cepillos fueron trasladados a contenedores exentos de microorganismos, conteniendo 15 mL de solución salina en estado estéril, donde fueron agitados en un dispositivo de vórtex durante un minuto para facilitar el desprendimiento de organismos microscópicos adheridos a las cerdas hacia el fondo de la solución. Seguidamente, se extrajo una fracción específica de cada mezcla empleando micropipetas, y se realizaron diluciones graduales. Las muestras fueron inoculadas en placas de agar con base hemática (Merck®) y enriquecidas con agar Mueller-Hinton complementado con un 5% de sangre ovina. Finalmente, los cultivos fueron sometidos a incubación durante 48 horas a 37 °C en medio anaeróbico, para evaluar el crecimiento bacteriano.

El procedimiento descrito fue supervisado por la experta en Microbiología, Dra. Gisela Fransisca Yupanqui Siccha, quien ejerce como directora del Laboratorio de Investigación en Microbiología de la UNFV.

3.7.4 Validación

Validez de criterio y de proceo:

La validez de procedimiento experimental estuvo garantizada por haberse ejecutado en las instalaciones del laboratorio de Microbiología de la Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV). El proceso se rigió estrictamente bajo los protocolos internacionales del Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) para el manejo de la cepa certificada de Streptococcus mutans ATCC 25175, asegurando la pureza del cultivo y la ausencia de contaminantes externos.

3.7.5 Confiabilidad

Confiabilidad por juicio de experto y replicabilidad: La confiabilidad de los datos analíticos y del recuento visual directo de UFC/ml se sustentó en dos pilares:

- **Validación por especialista:** todo el desarrollo experimentaql, desde la inoculación hasta el conteo final, contó con la supervivenia directa y el juicio de experto de una Doctora especialista en Microbiología de dicha casa de estudios, quien certificó la correcta aplicación del método.
- **Principio de replicabilidad:** Debido a que se realizó mediante la observación directa (conteo visual), la confiabilidad de los datos y el control de sesgo del operador se garantizarón a través del principio de replicabilidad, ejecutando los ensayos

microbiológicos y los conteos de forma independiente en 15 muestras idénticas por cada grupo experimental, operano bajo las mismas condiciones rigurosas de incubación y laboratorio.

3.8. Procesamiento y análisis de datos

Se empleó el paquete informático SPSS como herramienta principal para tabular, estructurar y analizar el conjunto de datos del estudio. La disección descriptiva de la data fue efectuada a través de cuadros de reparto de frecuencias, junto con métricas de inclinación central y extensión. El examen inferencial abarcó la ejecución de las pruebas estadísticas t de Student para cohortes independientes y ANOVA, asumiendo un margen de error estadístico de 0,05.

3.9. Aspectos éticos

- La Escuela Académico-Profesional de Odontología de la UNW. otorgó el respaldo correspondiente al presente proyecto.

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. Resultados

4.1.1 Análisis descriptivo de resultados

En el cuadro 1 se expone el cómputo de *Streptococcus mutans* previo y posterior a la administración de cada compuesto antimicrobiano, teniendo en cuenta valores de concentración central y amplitud de dispersión

Tabla 1. Análisis descriptivo del recuento de *Streptococcus mutans* antes y después de la aplicación de cada agente antibacteriano

Grupo	Media	DE	Mediana	IC 95% Inf.	IC 95% Sup.	Mín.	Máx.	Error típico
Clorhexidina al 0,12%								
Inicial	1 294 666,67	398 315,50	1 200 000,00	1 074 086,90	1 515 246,44	780 000,00	1 920 000,00	102 844,62
Final	92 533,33	51 110,34	92 000,00	64 229,37	120 837,30	20 000,00	192 000,00	13 196,63
Hipoclorito de sodio al 1%								
Inicial	1 050 400,00	376 530,93	1 060 000,00	841 884,12	1 258 915,88	480 000,00	1 680 000,00	97 219,87
Final	102 133,33	44 972,80	84 000,00	77 228,23	127 038,44	32 000,00	168 000,00	11 611,93
Hipoclorito de sodio al 2%								
Inicial	1 012 000,00	290 449,90	932 000,00	851 154,21	1 172 845,79	596 000,00	1 604 000,00	74 993,84
Final	66 666,67	20 264,91	68 000,00	55 444,33	77 889,00	36 000,00	100 000,00	5 232,38
Peróxido de hidrógeno al 6%								
Inicial	933 866,67	195 905,91	980 000,00	825 377,59	1 042 355,74	580 000,00	1 280 000,00	50 582,69
Final	328 000,00	66 966,94	340 000,00	290 914,94	365 085,06	212 000,00	452 000,00	17 290,79

Grupo	Media	DE	Mediana	IC 95% Inf.	IC 95% Sup.	Mín.	Máx.	Error típico
Agua (Grupo control)								
Inicial	745 600,00	332 357,12	560 000,00	561 546,76	929 653,24	372 000,00	1 180 000,00	85 814,24
Final	1 172 800,00	404 125,02	1 160 000,00	949 003,03	1 396 596,97	460 000,00	1 720 000,00	104 344,63

Fuente: Elaboración propia.

En el repertorio numeral 2 se exhibe la verificación de normatividad del cómputo de *Streptococcus mutans* en instancias previas y subsecuentes a la administración de cada substancia bactericida, constatándose que el conjunto antecedente a la interacción con el fluido aquoso destilado carece de alineación distributiva habitual (P: 0,004). Los restantes colectivos muestran una estructuración conforme al patrón usual de dispersión. (P>0,05).

Tabla 2. Pruebas de normalidad del recuento de *Estreptococos mutans*, antes y después de la aplicación de cada agente antibacteriano.

Solución irrigante	Momento	Estadístico	P
Clorhexidina al 0,12%	Inicial	0,917	0,175
	Final	0,957	0,634
Hipoclorito de sodio al 1%	Inicial	0,954	0,587
	Final	0,918	0,179
Hipoclorito de sodio al 2%	Inicial	0,948	0,494
	Final	0,957	0,645
Peróxido de hidrógeno al 6%	Inicial	0,968	0,832
	Final	0,973	0,895
Agua destilada (control)	Inicial	0,803	0,004
	Final	0,934	0,314

Fuente: Elaboración propia.

En el diagrama numeral 3 se despliega la indagación pormenorizada sobre la fluctuación en el conteo de *Streptococcus mutans* posterior a la administración de cada compuesto antimicrobiano, incorporando los índices de convergencia central y amplitud dispersiva.

Tabla 3. Análisis descriptivo de la variación del recuento de *Estreptococos mutans* después de la aplicación de cada agente antibacteriano.

Agente antibacteriano	Media	Desviación típica	Mediana	IC inferior	IC superior	Valor mínimo	Valor máximo	Error típico
Clorhexidina al 0,12%	1202133,33	381910,59	1148000,00	990638,30	1413628,37	720000,00	1820000,00	98608,89
Hipoclorito de sodio al 1%	948266,67	341192,75	960000,00	759320,42	1137212,92	436000,00	1524000,00	88095,59
Hipoclorito de sodio al 2%	945333,33	274582,97	880000,00	793274,35	1097392,32	560000,00	1516000,00	70897,02
Peróxido de hidrógeno al 6%	605866,67	170101,59	640000,00	511667,54	700065,79	220000,00	880000,00	43920,04
Agua destilada (control)	-427200,00	343195,74	-540000,00	-617255,46	-237144,54	-116000,00	244000,00	88612,76

Fuente: Elaboración propia.

En el esquema ordinal 4 se muestra la comprobación de normatividad para cada fluctuación en el cómputo de *Streptococcus mutans* tras la implementación de cada sustancia antimicrobiana, evidenciándose que la totalidad de los conjuntos exhiben una distribución acorde con la normalidad. (P>0,05).

Tabla 4. Prueba de normalidad para la variación del recuento de *Estreptococos mutans* después de la aplicación de cada agente antibacteriano.

Agente antibacteriano	Estadístico	P
Clorhexidina al 0,12%	0,914	0,155
Hipoclorito de sodio al 1%	0,954	0,593
Hipoclorito de sodio al 2%	0,947	0,475
Peróxido de hidrógeno al 6%	0,962	0,733
Agua destilada (control)	0,974	0,915

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2 Prueba de hipótesis

Hipótesis específica 1

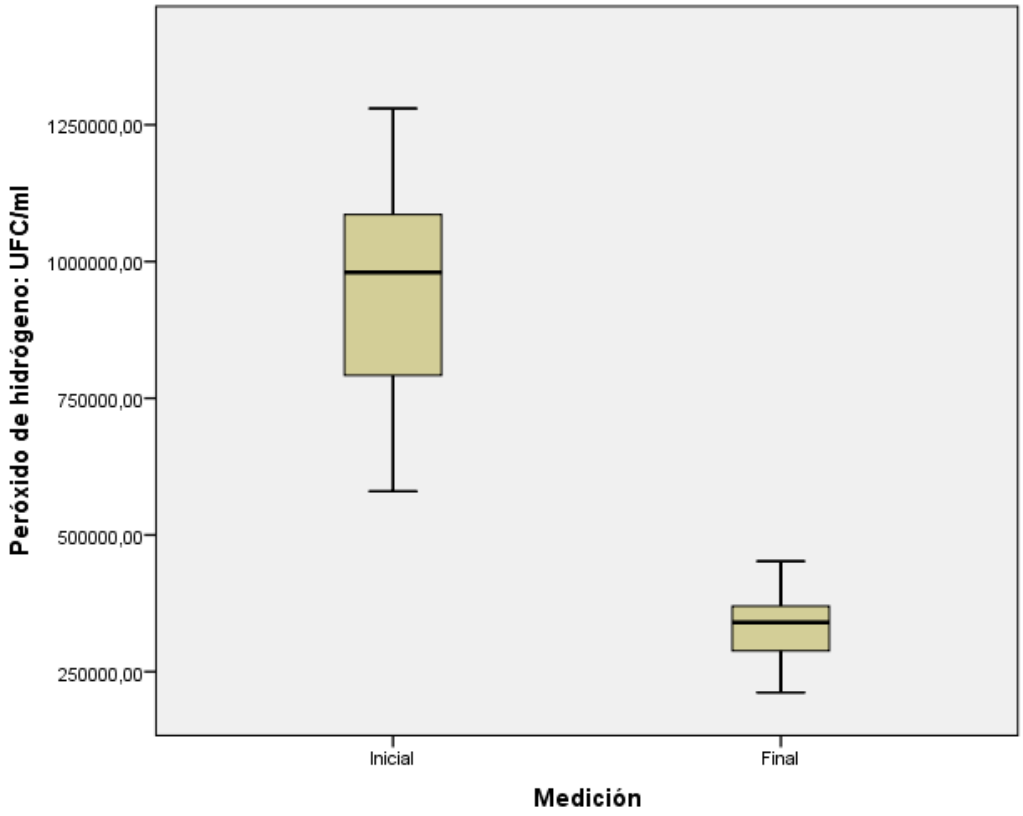
- Se manifiesta un efecto *in vitro* con significancia estadística del peróxido de hidrógeno al 6% sobre cepillos dentales contaminados con *Streptococcus mutans* cepa ATCC 25175, de acuerdo con el recuento de unidades formadoras de colonias evaluado antes y después de la intervención con dicho agente.

Tabla 5. Diferencia en el recuento de *Estreptococos mutans*, antes y después de la aplicación del peróxido de hidrógeno al 6%.

Momento	Media	Desv. típ.	Error típ.	Media de la diferencia	Desv. típ. diferencia	Error típ. diferencia	IC 95% Inf.	IC 95% Sup.	t	P
Med. inicial	933866,67	195905,91	50582,69	605866,67	170101,59	43920,04	511667,54	700065,79	13,795	0,000
Med. final	328000,00	66966,94	17290,79							

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 1. Diferencia en el recuento de *Estreptococos mutans,* antes y después de la aplicación del peróxido de hidrógeno al 6%.



Fuente: Elaboración propia

Conforme a la comprobación T de Student para conjuntos de datos emparentados.

Premisas: Si: $p < 0,05$, entonces se descarta H0

Suposiciones estadísticas: H0: No se observa un impacto cuantitativo in vitro perceptible del compuesto de peróxido de hidrógeno al 6% en implementos de aseo bucal infestados con la variedad Streptococcus mutans ATCC 25175, según el recuento de núcleos microbianos registrado antes y después de la administración del reactivo. H1: Se distingue una influencia cuantificable en condiciones de laboratorio del preparado de peróxido de hidrógeno al 6% en implementos de aseo bucal contaminados con la cepa Streptococcus mutans ATCC 25175, con base en la enumeración de colonias microbianas documentada antes y posterior a la inserción del reactivo.

P = 0,000 < 0,05

Determinación: Se invalida H0

Resolución estadística: Se corrobora un efecto notablemente cuantificable en condiciones experimentales del peróxido de hidrógeno al 6% sobre los implementos dentales colonizados por la cepa Streptococcus mutans ATCC 25175, en función del conteo de colonias observado antes y después de la inclusión del reactivo. La adición del compuesto mostró una disminución significativa en la concentración bacteriana.

Hipótesis específica 2

- Se manifiesta una influencia in vitro con relevancia estadística del hipoclorito de sodio al 1% en cepillos dentales impregnados con la cepa Streptococcus mutans ATCC 25175, de acuerdo con la cantidad de unidades formadoras de colonias contabilizadas antes y después de la administración del compuesto.

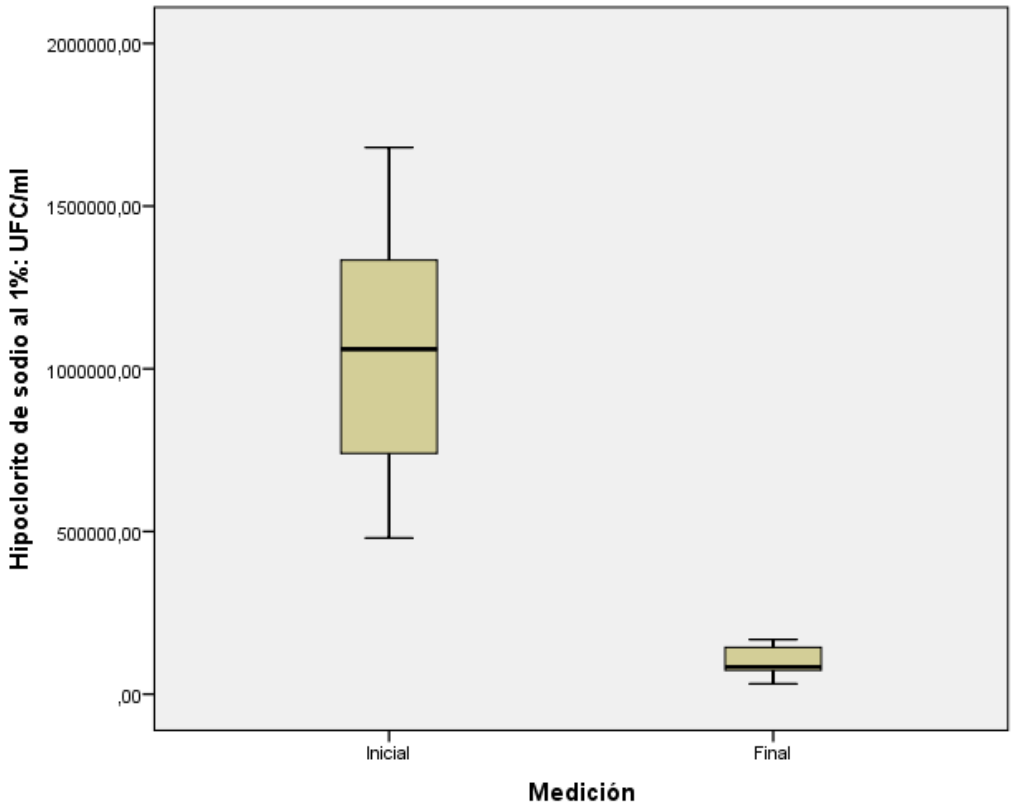
Tabla 6. Diferencia en el recuento de *Streptococcus mutans*, antes y después de la aplicación del hipoclorito de sodio al 1%.

Prueba t de Student para muestras relacionadas

Variable	Media	DE	EE	Dif. de medias	DE de la diferencia	EE de la diferencia	IC 95% Inferior	IC 95% Superior	t	p
Media inicial	1 050 400,00	376 530,93	97 219,87	948 266,67	341 192,75	88 095,59	759 320,42	1 137 212,92	10,76	0,000
Media final	102 133,33	44 972,80	11 611,93	—	—	—	—	—	—	—

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 2. Diferencia en el recuento de *Estreptococos mutans,* antes y después de la aplicación del hipoclorito de sodio al 1%.



Fuente: Elaboración propia

Conforme al análisis T de Student para series emparejadas.

Premisas: Si: $p < 0,05$, entonces H0 es repudiada

Postulados probabilísticos:

H0: No se evidencia una repercusión in vitro de relevancia estadística del hipoclorito de sodio al 1% en utensilios de aseo bucal invadidos por Streptococcus mutans ATCC 25175, de acuerdo con el recuento de conglomerados de colonización (UFC) evaluados antes y después de la inserción del agente.

H1: Se observa un impacto bajo ensayo de laboratorio de magnitud estadísticamente relevante del hipoclorito sodio al 1% en utensilios de aseo bucal con infestación de Streptococcus mutans

ATCC 25175, en relación con la cuantificación de conglomerados de colonización obtenidos antes y tras la administración del preparado.

P = 0,000 < 0,05

Dictamen: Se invalida H0

Resolución estadística: Se verifica un efecto bajo condiciones experimentales, estadísticamente distinguible, del hipoclorito de sodio 1% sobre utensilios dentales contaminados con Streptococcus mutans ATCC 25175, conforme al recuento de UFC antes y después de la aplicación de la sustancia. La introducción del agente reveló una reducción apreciable en la expansión microbiana.

Hipótesis específica 3

Se observa una influencia in vitro de relevancia estadística del hipoclorito de sodio al 2% sobre cepillos dentales impregnados con la cepa Streptococcus mutans ATCC 25175, en función de la cantidad de unidades formadoras de colonias contabilizadas previo y posterior a la aplicación del compuesto.

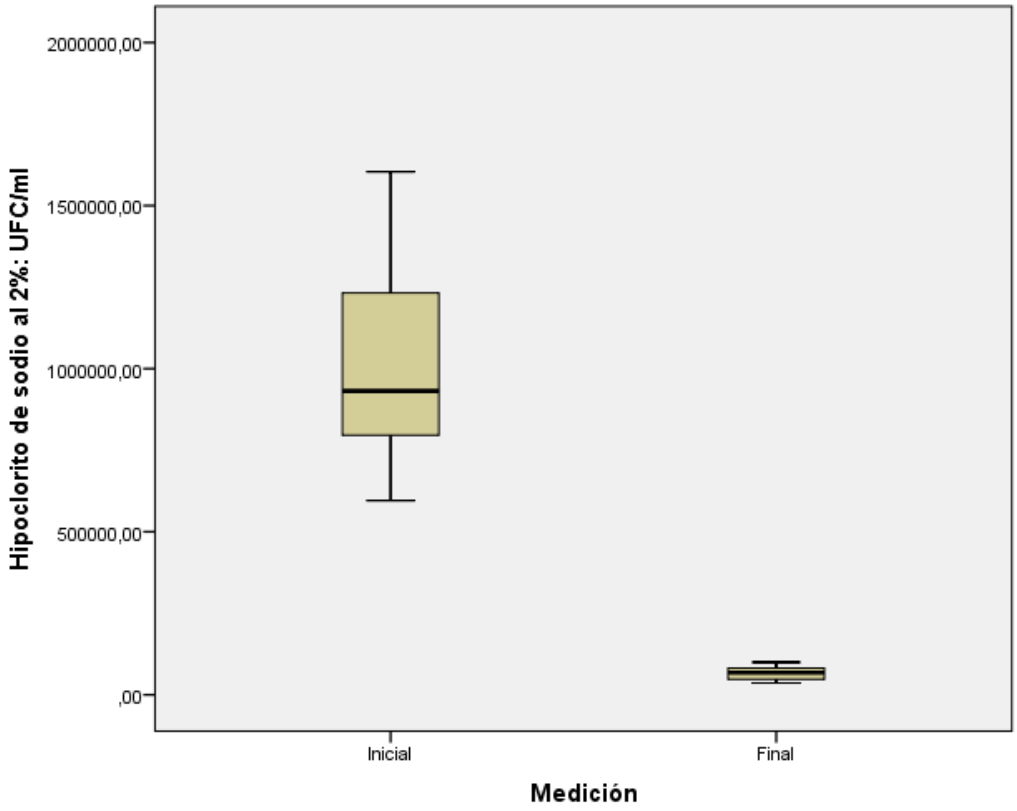
Tabla 7. Diferencia en el recuento de *Streptococcus mutans*, antes y después de la aplicación del hipoclorito de sodio al 2%.

Prueba t de Student para muestras relacionadas

Variable	**Media**	**DE**	**EE**	**Dif. de medias**	**DE dif.**	**EE dif.**	**IC95 % Inf.**	**IC95 % Sup.**	**t**	**p**
Media inicial	1 012 000,00	290 449,90	74 993,84	945 333,33	274 582,97	70 897,02	793 274,35	1 097 392,32	13,334	0,000
Media final	66 666,67	20 264,91	5 232,38	—	—	—	—	—	—	—

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3. Diferencia en el recuento de *Estreptococos mutans,* antes y después de la aplicación del hipoclorito de sodio al 2%.



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la evaluación T de Student para conjuntos de observaciones vinculadas.

Criterios: Si: $p < 0,05$, entonces se desestima H0

Afirmaciones probabilísticas:

H0: No se identifica una repercusión cuantitativamente notable in vitro del hipoclorito de sodio al 2% en escobillas dentales infestadas con la cepa Streptococcus mutans ATCC 25175, respecto al cómputo de núcleos colonizadores documentado previamente y con posterioridad a la incursión del preparado.

H1: Se detecta una consecuencia cuantificablemente remarcable en condiciones de laboratorio del hipoclorito de sodio 2% en escobillas dentales invadidas por la cepa Streptococcus mutans

ATCC 25175, considerando el número de núcleos colonizadores registrado antes y tras la introducción del compuesto.

P = 0,000 < 0,05

Decisión: Se desestima H0

Resultado estadístico: Se confirma una repercusión in vitro de magnitud estadísticamente relevante del hipoclorito de sodio al 2% sobre cepillos dentales contaminados con Streptococcus mutans ATCC 25175, según la cuenta de UFC antes y tras la aplicación. La administración del compuesto mostró una disminución considerable en la carga bacteriana.

Hipótesis específica 4

- Se observa una incidencia in vitro estadísticamente relevante de la clorhexidina al 0,12% en cepillos dentales impregnados con la cepa Streptococcus mutans ATCC 25175, basada en la cantidad de unidades formadoras de colonias evaluadas antes y después de la administración del compuesto.

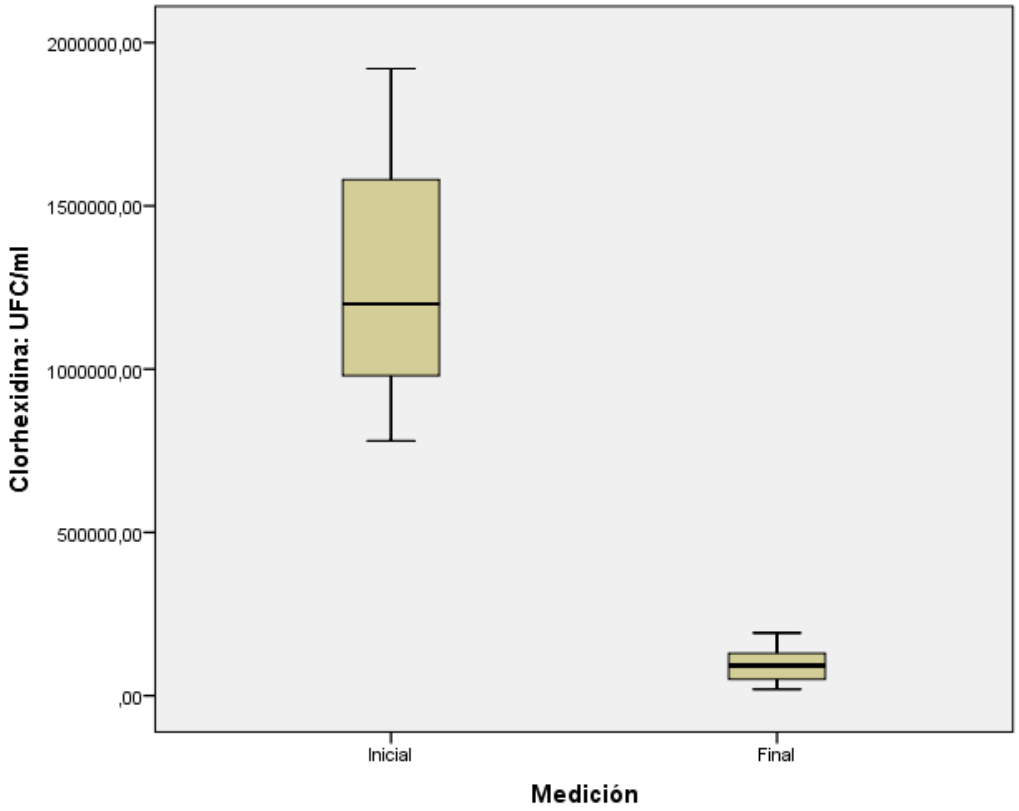
Tabla 8. Diferencia en el recuento de *Streptococcus mutans*, antes y después de la aplicación de la clorhexidina al 0,12%.

Prueba t de Student para muestras relacionadas

Variable	Media	DE	EE	Dif. de medias	DE dif.	EE dif.	IC95 % Inf.	IC95 % Sup.	t	p
Media inicial	1 294 666,67	398 315,50	102 844,62	1 202 133,33	381 910,59	98 608,89	990 638,30	1 413 628,37	12,191	0,000
Media final	92 533,33	51 110,34	13 196,63	—	—	—	—	—	—	—

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 4. Diferencia en el recuento de *Estreptococos mutans,* antes y después de la aplicación de la clorhexidina al 0,12%



Fuente: Elaboración propia

Conforme al análisis mediante el T de Student para especímenes correlacionados.

Apreciación: Si: $p < 0,05$, se desestima H0

Postulados estadísticos:

H0: No hay incidencia discernible en condiciones in vitro del compuesto de clorhexidina al 0,12% sobre cepillos dentales infestados con la cepa bacteriana *Streptococcus mutans* ATCC 25175, basado en la cantidad de Unidades Formadoras de Colonias evaluadas antes y después de la administración del compuesto.

H1: Se manifiesta una incidencia notable en condiciones in vitro del compuesto de clorhexidina al 0,12% sobre cepillos dentales infestados con *Streptococcus mutans* ATCC 25175, basado en la cantidad de UFC evaluadas antes y después de la administración del compuesto.

Resultado: $p = 0,000 < 0,05$

Determinación: Se descarta la hipótesis nula, H0.

Resultado numérico: Se observa un impacto considerable en condiciones in vitro del compuesto de clorhexidina al 0,12% sobre cepillos dentales infestados con *Streptococcus mutans* ATCC 25175, considerando el recuento de UFC antes y después de su administración: la aplicación del compuesto ocasionó una disminución relevante en la población bacteriana.

Hipótesis específica 5

- Se detecta una repercusión discernible en condiciones in vitro del uso de agua destilada (grupo de control) sobre cepillos dentales contaminados con *Streptococcus mutans* ATCC 25175, de acuerdo con el conteo de Unidades Formadoras de Colonias observado previo y posterior a la aplicación del líquido controlador.

Tabla 9. Diferencia en el recuento de *Streptococcus mutans*, antes y después de la aplicación del agua destilada (grupo control).

Prueba de signo rango de Wilcoxon

Comparación	**N**	**Rango promedio**	**Suma de rangos**	**Z**	**p**
Rangos positivos[1]	1	4,00	4,00	-3,181	0,001
Rangos negativos[2]	14	8,29	116,00		
Empates[3]	0				
Total	15				

[1] Agua destilada (control), final < Agua destilada (control), inicial.

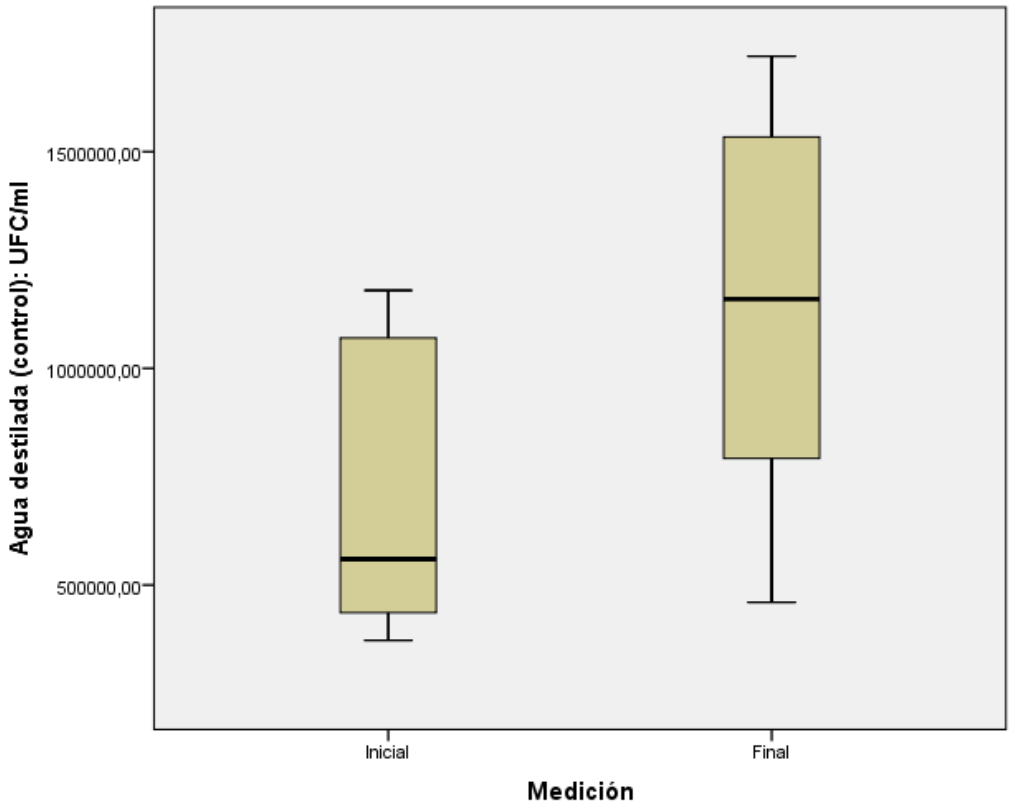
[2] Agua destilada (control), final > Agua destilada (control), inicial.

[3] Agua destilada (control), final = Agua destilada (control), inicial.

d: Basado en rangos negativos.

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 5. Diferencia en el recuento de *Estreptococos mutans,* antes y después de la aplicación del agua destilada (grupo control)



Fuente: Elaboración propia

Conforme al análisis t Student para el mecanismo de signos y jerarquía de Wilcoxon.

Suposición: En caso de que: $p < 0,05$, se anula la hipótesis nulificadora (H0).

Postulados estadísticos:

H0: No se detecta ningún efecto palpable en situaciones bajo ensayo de laboratorio del líquido purificado (usado como referencia) sobre cepillos dentales colonizados por Streptococcus mutans ATCC 25175, tomando en cuenta la enumeración de Unidades Generadoras de Colonias (UGC) evaluadas antes y después de implementar el diseño experimental.

H1: Se observa un efecto discernible en ambientes de laboratorio del líquido purificado (control) sobre cepillos dentales habitados por Streptococcus mutans ATCC 25175, estimando el conteo de UGC calculado previamente y luego de realizar el protocolo.

Resultado: $p = 0,001 < 0,05$.

Conclusión: Se invalida la hipótesis nulificadora, H0.

Lectura cuantitativa: Se demuestra un efecto notable en condiciones experimentales del líquido purificado (control) sobre cepillos dentales infestados por Streptococcus mutans ATCC 25175, considerando la cantidad de UGC antes y después del tratamiento: la intervención con el fluido de control produjo un incremento manifiesto en la expansión microbiana.

4.1.3 Discusión de resultados

La evidencia recopilada demostró que la máxima incidencia de acción antimicrobiana en ensayos extracorporales contra *Streptococcus mutans* se manifestó con clorhexidina al 0,12%, hipoclorito sódico al 1% y 2%, sin diferencias destacables entre ambos, continuando con el peróxido de hidrógeno al 6%. Tales resultados se alinean con los de Maticorena (18), quien registró que la capacidad antimicrobiana del gluconato de clorhexidina al 0,12% y del hipoclorito sódico al 2% fue equivalente. Al igual que las de Grover et al. (16) que ratifica a la clorhexidina como el auténtico estándar de oro para la higienización de aditamintos dentales tras demostrar una inhibición exponencial frente al Streptococcus mutans. De igual forma Ortiz-Mendoza y Silva-Paredes (17) demostraron que la clorhexidina al 0,12% mantiene la mayor estabilidad química y potencia antibacteriana reduciendo la carga microbiana a niveles estadísticamente significativos en comparación con los otros agentes, siendo el estándar de elección para el control biológico de los aditamentos.

Sin embargo, estos hallazgos se contraponen a los de Cayo et al. (14), quienes señalaron que el hipoclorito sódico al 2% mostró una potencia germicida superior a la formulación al 1%, y que el peróxido de hidrógeno al 6% evidenció un nivel de eficacia significativamente inferior, sin hallarse una disparidad considerable entre estos últimos dos.

Principio del formulario

Joy y coautores (5) determinaron que el germicida Detto poseía un efecto más enérgico que el gluconato de clorhexidina al 0,2% y el colutorio Listerine. No obstante, en un estudio complementario, Pradeep y colaboradores (19) dedujeron que la mayor eficacia antimicrobiana se observaba con el gluconato de clorhexidina al 0,2%, seguido por Listerine y Detto. De forma coherente, Ralephenya y asociados (13) identificaron que la clorhexidina al 0,2% (bajo la marca Brushtox) manifestaba una potencia bactericida superior en comparación con Listerine (con alcohol al 26,98%) y con la clorhexidina al 0,12% (comercializada como Andolex C).

Varios agentes han mostrado un rendimiento semejante al de la clorhexidina al 0,12% en la descontaminación de cepillos dentales, incluyendo el cloruro de cetilpiridinio (17) y el triclosán al 0,03% (53)

Assari y colaboradores (16) determinaron que las soluciones de glutaraldehído al 2% y peróxido de hidrógeno al 3% presentaban una acción bactericida mas potente en relación con el gluconato de clorhexidina al 0,12%, Listerine al 0,1%, etanol puro al 70%, povidona yodada al 10%, hipoclorito sódico al 1%, irradiación ultravioleta, exposición a microondas, y vinagre blanco al 100%.

La importancia de desinfectar cepillos dentales se respalda en estudios que reportan su frecuente contaminación con una gama de microorganismos. En el estudio de Maza-García y colaboradores (15) evaluaron la presencia y proliferación bacteriana en aditamientos de higiene oral bajo condiciones tradicionales de almacenamiento húmedo. Mediante un diseño experimental in vitro, monitorearon la carga bacteriana demostrando que el Streptococcus

mutans, en conjunto con otras cepas patógenas, incrementa su proliferación de forma exponencial debido al remamemte de humedad en las cerdas.

En el contexto de la India Joy y sus co-investigadores (5) detectaron que, tras un mes de uso, la mayoría de los cepillos presentaban contaminación con Escherichia coli. De manera similar, Pradeep y su equipo (19) identificaron que las especies más resistentes en los cepillos, incluso después de ser sometidos a desinfección, incluían Klebsiella, Micrococcus y Escherichia coli.

En el contexto saudí, Assari y colegas (20) identificaron como los colonizadores bacterianos más comunes a *Bacillus subtilis*, *Sarcina*, y *Streptococcus pneumoniae*. Mientras tanto, en Sudáfrica, Ralephenya y asociados (13) encontraron que los tipos de microorganismos predominantes incluían estafilococos de coagulasa negativa, *Pseudomonas spp.*, *Staphylococcus aureus*, *S. mutans*, bacterias coliformes y el hongo de la *Candida albicans*.

Este escenario subraya la necesidad de instaurar protocolos sistemáticos orientados a la higienización y conservación de los cepillos dentales, tanto en el ámbito doméstico como en instituciones educativas.

Entre las limitaciones de la investigación figura que únicamente se evaluó la acción antimicrobiana de concentraciones específicas y durante un único intervalo de tiempo. Además, el uso de diferentes metodologías (por ejemplo, experimentación in vitro o ensayos con participantes), junto con variaciones en los agentes empleados (como tipos de desinfectantes, concentraciones y duraciones de exposición) o en los tipos de microorganismos evaluados, complican la comparación entre los distintos estudios.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La administración de peróxido de hidrógeno al 6% sobre cepillos dentales inoculados con *Streptococcus mutans* ATCC 25175 mostró una merma substancial en la cantidad de bacterias, de acuerdo con el conteo de unidades formadoras de colonias.

- La aplicación de hipoclorito sódico al 1% sobre cepillos dentales inoculados con *Streptococcus mutans* ATCC 25175 evidenció una disminución notable en la concentración bacteriana, según el UFC.

- La aplicación de hipoclorito sódico al 2% sobre cepillos dentales inoculados con *Streptococcus mutans* ATCC 25175 registró una reducción significativa en el número de bacterias, de acuerdo con el UFC.

- El empleo de clorhexidina al 0,12% sobre cepillos dentales inoculados con *Streptococcus mutans* ATCC 25175 demostró una disminución significativa en la cantidad de microorganismos, según los conteos de UFC.

- La utilización de agua destilada (grupo de control) sobre cepillos dentales inoculados con *Streptococcus mutans* ATCC 25175 mostró una reducción significativa en el número de bacterias, de acuerdo con el UFC.

- Se identificaron variaciones numéricas con relevancia estadística respecto a la acción bactericida en laboratorio que ejercieron la diversas sustancias sobre las cerdas previamente contaminadas con *Streptococcus mutans* ATCC 25175, de acuerdo con los conteos de UFC. La mayor disminución bacteriana fue lograda mediante la clorhexidina al 0,12% y el

hipoclorito de sodio al 1% y 2% (sin variación notable entre estos dos), seguido en menor magnitud por el peróxido de hidrógeno al 6%.

5.2. Recomendaciones

- Evaluar el efecto de agentes antibacterianos empleando distintas concentraciones.

- Evaluar el efecto de agente antibacterianos empleando distintos tiempos de aplicación.

- Evaluar el efecto de agentes antibacterianos frente a distintos microorganismos.

- Evaluar el efecto antimicrobiano de extractos vegetales propios de nuestro país.

- Evaluar el efecto de otras técnicas de esterilización para cepillos dentales (P.ej. microondas, radiación ultravioleta, etc.)

- Realizar estudios con mayores tamaños muestrales.

- Establecer un protocolo de almacenamiento y limpieza de cepillos dentales, y hacerlo de conocimiento público.

REFERENCIAS

1.- Jaramillo A, Aragon N, Garcia LM. Identificación de bacterias periodontopáticas en cepillos dentales con y sin agente antibacterial. Rev CES Odont. 2015; 28(1): 21-27.

2.- Nair LS, Soman A, George S, Jose D, Sain S, Salim S. Comparative evaluation of antimicrobial efficacies of 0.2% chlorhexidine and 4% *tulsi* extract in the decontamination of child toothbrushes: An observational analytical study. J Int Soc Prevent Communit Dent. 2022; 12:85-92.

3.- Agrawal S, Dahal S, Bhumika T, Nair S. Evaluating Sanitization of Toothbrushes Using Various Decontamination Methods: A Meta-Analysis. J Nepal Health Res Counc. 2018;16(41): 364-371

4.- Ruiz NI. Comparación del efecto desinfectante in vitro del extracto acuoso de *Prosopis pallida* (algarrobo) y clorhexidina en cepillos dentales contaminados con *Escherichia coli* (Tesis de bachiller). Lima: Universidad César Vallejo; 2019.

5.- Joy T, Venugopal S, Sadanandan S, Mathew M. Evaluation of microbial contamination of toothbrushes and their decontamination using various disinfectants: An in vitro study. J Indian Assoc Public Health Dent 2022; 20:200-205.

6.- Santos JMJ, Santos LA, Oliveira FM. Exposição aos fatores de risco e vacinação contra hepatite b em estudantes do ensino médio da rede pública. Rev Bras Promoç Saúde, Fortaleza. 2017;30(2):195-204.

7.- Garbin CAS, Souza NP, Moimaz SAS, Garbin AJI, Villar LM. A cross-sectional study regarding HCV patients' knowledge about viral transmission and attitudes regarding toothbrush care. Biosci J Uberlândia.2017;33(5):1381-1388.

8.- Passarelli Mantovani R, Sandri A, Boaretti M, Grilli A, Volpi S, Melotti P, *et al*. Toothbrushes may convey bacteria to the cystic fibrosis lower airways. J Oral Microbiol. 2019;11(1):1647036.

9.- Mizuno H, Mizutani S, Ekuni D, Tabata-Taniguchi A, Maruyama T, Yokoi A, *et al.* New oral hygiene care regimen reduces postoperative oral bacteria count and number of days with elevated fever in ICU patients with esophageal cancer. J Oral Sci. 2018;60(4):536-543.

10.- Silva DHF, Camargos JH, Rodrigues JG, Nogueira LS, Azevedo DA, Carvalho MDG, *et al.* Impact of oral hygiene in patients undergoing mechanical ventilation in the COVID-19 pandemic. Rev Assoc Med Bras. 2020;66 (Suppl 2):96-101.

11.- González MJ, Delgado B, Ruiz A, Romero M, Carrillo M. Oral hygiene habits and possible transmission of COVID-19 among cohabitants. BMC Oral Health. 2020;20(1):286.

12.- Cadena E, Delgado J, Peña D, Sánchez P, Gutiérrez S, Contreras A, *et al.* Contaminación de cepillos dentales denominados antibacteriales. Estudio *in vitro.* Rev Estomatol. 2014; 22(1):9-14.

13- Ralephenya TRMD, Molepo J, Molaudzi M, Volchansky A. Shangase SL. Contamination of used toothbrushes and their decontamination with disinfecting agents. S Afr Dent J. 2020;75(9):478-484.

14.- Cayo CF, Rojas EH, Nicho MK, Ladera MI, Aliaga AS. Evaluación antibacteriana del peróxido de hidrógeno comparado con hipoclorito de sodio sobre cepillos dentales inoculados con *Streptococcus mutans.* Rev Cienc Salud. 2021;19(1):1-11.

15.- Maza- García L, Castro- Ríos M, Villanueva – Kuroiwa J. Evaluación de la presencia y proliferación bacteriana en aditamientos de higiene oral. Rev Int Odontol Actual.2025;14(2):115-24.

16.- Grover S, Sharma A, Kumar R, Singh P. In vitro comparative evaluation of the antibacterial efficacy of chlorhexidine and herbal desinfectants on toothbrushes contaminated with Streptococcus mutans. J Int Soc Prev Community Dent. 2024;14(2):142-148.

17.- Maticorena AC. Efecto antbacteriano del gluconato de clorhexidina al 0,12% y del hipoclorito de sodio al 2%, sobre cepillos dentales inoculados con *Streptococcus mutans* (Tesis de Bachiller). Lima: Universidad de San Martín de Porres; 2023.

18.- Ortiz- Mendoza N, Silva- Paredes R. Efectividad antibacteriana de agentes químicos frente al enjuague bucal con gluconato de clorhexidina como estrategia de desinfección del cepillo dental. J Microbiol Oral Investig.2023;19(1):45-53.

19.- Pradeep S, Nandini G, Hiranmayi S, Kumar G, Bijjala NK, Guduri S. A prospective study on assessment of microbial contamination of toothbrushes and methods of their decontamination. Cureus. 2022;14(10):30155.

20.- Assari AS, Mohammed Mahrous M, Ahmad YA, Alotaibi F, Alshammari M, *et al.* Efficacy of different sterilization techniques for toothbrush decontamination: An *Ex vivo* study. Cureus. 2022;14(1): 21117.

21.- Filho PN, Barboza BMC, da Silva RAB, Bertasso AS, Carvalho FK, Queiroz AM, *et al.* Evaluation of microbial contamination and efficacy of antimicrobial agents in disinfection of handicapped patients' toothbrushes. Rev Cient CRO-RJ. 2020;5(1):24-28.

22.- Luciano HX, Specht AC, Ditterich RG. Avaliação do acondicionamento de escovas dentais de préescolares nos centros municipais de educação infantil e escolas municipais de Colombo-PR. Rev Odontol Bras Central. 2017; 26(77): 47-52

23.- Queiroz FS, Nóbrega CBC, Costa LED, Reul MA, Abreu RSA, Leite MS. Avaliação do perfil de armazenamento e descontaminação das escovas dentais. Rev Odontol. UNESP. 2013;42(2):89-93.

24.- Contreras A, Arce R, Botero JE, Jaramillo A, Betancourt M. Toothbrush contamination in family members. Rev Clin Periodoncia Implantol Rehabil Oral. 2010;3(1):24-26.

25.- Mobin M, Borba CDM, Filho CAM, Tapety FI, Noleto IMS, Teles JBM. Analysis of fungal contamination and disinfection of toothbrushes. Acta Odontol Latinoam. 2011;24(1):86-91.

26.- Medina C, Bolaños M, Martín AM, Saavedra P, Vicente M. ¿Cuál es el nivel de contaminación del cepillo de dientes almacenado en diferentes entornos sanitarios? Av Odontoestomatol. 2019;35(2):69-72.

27.- Merino RL, Garcés A, Chianale E, Corcuera C, Fakih W, Galviz D, *et al...* Isolation of fungi and gram-negative bacteria from toothbrushes and bathroom bioaerosols. Pesq Bras Odontoped Clin Integr 2018, 18(1): e3994

28.- Pereira BC, Vasconcelos GE, Feitosa DAS. Evaluation of perception and care in the sanitation of toothbrushes. J Health Sci 2018;20(1):20-24.

29.- Loesche WJ. Role of Streptococcus mutans in human dental decay. Microbiol Rev.1986,50(4):353-80.

30.- Bowen WH, Burne RA, Wen ZT, Koo H. Biofilms of Streptococcus mutans: disease paradigm. Trends Microbiol.2018;26(3):251-62.

31.- Lemos JA, Palmer SR, Zeng L, Wen ZT, Kajfasz JK, Freires IA, et al. The biology of Streptococcus mutans. Microbiol Spectr.2019;7(1):1-25.

32.- Matsui R, Cvitkovitch D. Acid tolerance mechanisms in streptococci. Adv Microb Physiol. 2010; 57:123-57.

33.- Sánchez FH, Furuya AT, Arroniz S, Gomez A, Gomez L. Comparación de la acción bactericida de hipoclorito de sodio y Microcyn 60. Revista Odontológica Mexicana. 2009;13(1):9-16.

34.- Maeso G, Cano C. Desinfectantes en la clínica dental. Gaceta Dental. 2018; 305:134-148.

35.- Porcel ND, Urueña R, Gaudioso de Allori MC, Cecilia de Castillo ME. Bactericidia de hipoclorito de sodio sobre *Staphylococcus cohnii* productor de biofilm en una fábrica. Acta Bioquím Clín Latinoam. 2013;47(4):693-700

36.- Estrela C, Estrela CRA, Barbin EL, Spanó JSE, Marchesan MA, Pécora JD. Mechanism of Action of Sodium Hypochlorite. Braz Dent J. 2002;13(2):113-117.

37.- Cárdenas A, Sánchez S, Tinajero C, González VM, Baires L. Hipoclorito de sodio en irrigación de conductos radiculares: Sondeo de opinión y concentración en productos comercialesRevista Odontológica Mexicana. 2012;16(4):252-258.

38.- Andrade C, Bustamante D, Guevara O, Armas A. Comparación entre clorhexidina e hipoclorito de sodio como soluciones desinfectantes en la práctica endodóntica. KIRU. 2017;14(1):86-90.

39.- Peña G, Caram J, Rodríguez A, Anselmi A, Reyes MG, Barrera MS, *et al.* Determinación de cloro activo en diferentes soluciones de hipoclorito de sodio. FO-UNCuyo. 2017;11(1):21-25.

40.- Álvarez J. Compendio de Endodoncia. 2ª ed. La Habana: Universidad de Ciencias Médicas de la Habana; 2016

41.- Barrera MS, Caram J, Peña GR. Verificación del ph de diferentes soluciones de hipoclorito de sodio. FO-UNCuyo. 2016;10(1):7-11.

42.- Montealegre JM, Zeledón R, Benavides M, Gallardo C. Propiedades fisicoquímicas y disolución de tejido pulpar del hipoclorito de sodio utilizado como irrigante endodóntico en tres centros de atención odontológica de la Caja Costarricense del Seguro Social. Rev Cient Odontol. 2014;10(1):43-51.

43.- Martínez CA, Forguione WF, Herrera LV, Anaya J, Plata AF, Prada SE, *et al.* Soluciones de uso común en el hogar como alternativa para desinfectar el cepillo dental. Ustasalud;2010; 9:75-82.

44.- Marín ML, Gómez B, Cano AD, Cruz S, Castañeda DA, Castillo EY. Hipoclorito de sodio como irrigante de conductos. Caso clínico, y revisión de literatura Av Odontoestomatol. 2019;35(1):33-43.

45.- Diomedi A, Chacón E, Delpiano L, Hervé B, Jemenao MI, Medel M, *et al.* Antisépticos y desinfectantes: apuntando al uso racional. Recomendaciones del Comité Consultivo de Infecciones Asociadas a la Atención de Salud, Sociedad Chilena de Infectología. Rev Chilena Infecto.l 2017;34 (2):156-174

46.- Méndez J, Villasanti U. Uso de peróxido de hidrógeno como enjuague bucal previo a la consulta dental para disminuir la carga viral de Covid-19. Revisión de la Literatura. Int J Odontostomat. 2020;14(4):544-547.

47.- Sánchez L, Sáenz E. Antisépticos y desinfectantes. Dermatol Peru 2005; 15(2):82-103.

48.- Del Río L, Vidal P. Tipos de antisépticos, presentaciones y normas de uso. Med Intensiva. 2019;43(S1):7-12.

49.- Bascones A, Mudarra S, Perea E. Antisépticos en el tratamiento de la enfermedad periodontal. Avances en Periodoncia. 2002;14(3):101-114.

50.- Armenta MG, Serrano P, García R, Díaz A, Acosta LS. Efecto antimicrobiano de la clorhexidina en odontología. Rev Odontol Latinoam. 2016;8(2):31-34.

51.- Rojas EH. Evaluación in vitro antibacteriana del peróxido de hidrógeno al 6% e hipoclorito de sodio al 1% y 2% sobre cepillos dentales inoculados con Streptococcus mutans ATCC 25175. (Tesis de Bachiller). Lima: Universidad Nacional Federico Villareal; 2019.

52.- Basman A, Peker I, Akca G, Alkurt MT, Sarikir C, Celik I. Evaluation of toothbrush disinfection via different methods. Braz Oral Res. 2016;30: e6

53.- Salazar SA, Zurita MK. Presencia de microorganismos en cepillos dentales y su desinfección con H_2O_2. Dom Cien. 2016; 2:155-167.

54.- Organización Mundial de la Salud. Limpieza y desinfección de superficies ambientales en el contexto de la COVID-19. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2020.

55.- Tortora GJ, Funke BR, Case CL. Microbiología. 12.ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2017.

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: "Efecto antibacteriano del peróxido de hidrógeno al 6%,

hipoclorito de sodio al 1 y 2%, y gluconato de clorhexidina al 0,12% sobre cepillos dentales inoculados con *Streptococcus mutans*"

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL ¿Existe diferencia en el efecto antibacteriano *in vitro* de los agentes desinfectantes sobre cepillos dentales inoculados con Streptococcus mutans ATCC 25175, según el conteo de Unidades Formadoras de Colonias UFC?	OBJETIVO GENERAL Comparar el efecto antibacteriano *in vitro* de los agentes desinfectantes sobre cepillos dentales inoculados con *Streptococcus mutans* ATCC 25175, según el conteo de Unidades Formadores de Colonias UCF**.**	HIPÓTESIS GENERAL H: Existe diferencia estadísticamente significativa en la actividad microbicida *in vitro* del peróxido de oxígeno al 6%, hipocloruro de sodio al 1% y 2%, gluconato de clorhexidina al 0,12%, y agua purificada (como referencia) sobre escobillas dentales infestadas con *Streptococcus mutans* ATCC 25175, basándose en el cálculo de UCF.	- Método: hipotético – deductivo. - Enfoque: cuantitativo. - Tipo de investigación: aplicada - Diseño de la investigación: experimental, longitudinal, prospectiva
PROBLEMAS ESPECÍFICOS - ¿Cuál es el efecto antibacteriano *in vitro* del peróxido de hidrógeno al 6% sobre cepillos dentales inoculados con *Streptococcus mutans* ATCC 25175 según el UFC, considerado antes y después de la aplicación del agente? - ¿Cuál es el efecto antibacteriano *in vitro* del hipoclorito de sodio al 1% sobre cepillos dentales inoculados con *Streptococcus mutans* ATCC 25175 según el UFC, considerado antes y después de la aplicación del agente? - ¿Cuál es el efecto antibacteriano *in vitro* del hipoclorito de sodio al 2% sobre cepillos dentales inoculados con *Streptococcus mutans* ATCC 25175 según el UFC, considerado antes y después de la aplicación del agente? - ¿Cuál es el efecto antibacteriano *in vitro* de la clorhexidina al 0,12% sobre cepillos dentales inoculados con *Streptococcus mutans* ATCC 25175 según el UFC, considerado antes y después de la aplicación del agente? - ¿Cuál es el efecto antibacteriano *in vitro* del agua destilada (control) sobre cepillos dentales inoculados con *Streptococcus mutans* ATCC 25175 según el UFC, considerado antes y después de la aplicación del agente?	OBJETIVOS ESPECÍFICOS Determinar el efecto antibacteriano *in vitro* del peróxido de hidrógeno al 6% sobre cepillos dentales inoculados con *Streptococcus mutans* ATCC 25175 según el UFC, considerado antes y después de la aplicación del agente. - Determinar el efecto antibacteriano *in vitro* del hipoclorito de sodio al 1% sobre cepillos dentales inoculados con *Streptococcus mutans* ATCC 25175 según el UFC, considerado antes y después de la aplicación del agente. - Determinar el efecto antibacteriano *in vitro* del hipoclorito de sodio al 2% sobre cepillos dentales inoculados con *Streptococcus mutans* ATCC 25175 según el UFC, considerado antes y después de la aplicación del agente. - Determinar el efecto antibacteriano *in vitro* de la clorhexidina al 0,12% sobre cepillos dentales inoculados con *Streptococcus mutans* ATCC 25175 según el UFC, considerado antes y después de la aplicación del agente. - Determinar el efecto antibacteriano *in vitro* del agua destilada (control) sobre cepillos dentales inoculados con *Streptococcus mutans* ATCC 25175 según el UFC, considerado antes y después de la aplicación del agente.	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS - H1: Existe un efecto *in vitro* estadísticamente significativo del peróxido de hidrógeno al 6% sobre cepillos dentales inoculados con *Streptococcus mutans* ATCC 25175, según el UFC considerado antes y después de la aplicación del agente. - H2: Existe un efecto *in vitro* estadísticamente significativo del hipoclorito de sodio al 1% sobre cepillos dentales inoculados con *Streptococcus mutans* ATCC 25175, según el UFC considerado antes y después de la aplicación del agente. - H3 Existe un efecto *in vitro* estadísticamente significativo del hipoclorito de sodio al 2% sobre cepillos dentales inoculados con *Streptococcus mutans* ATCC 25175, según el UFC considerado antes y después de la aplicación del agente. - H4: Existe un efecto *in vitro* estadísticamente significativo de la clorhexidina al 0,12% sobre cepillos dentales inoculados con *Streptococcus mutans* ATCC 25175, según el UFC considerado antes y después de la aplicación del agente. - H5: Existe un efecto *in vitro* estadísticamente significativo del agua destilada (control) sobre cepillos dentales inoculados con *Streptococcus mutans* ATCC 25175, según el UFC considerado antes y después de la aplicación del agente.	**MUESTRA** - Muestra: 75 cepillos dentales de la marca *Colgate* - Agentes evaluados: peróxido de hidrógeno al 6%, hipoclorito de sodio al 1% y 2%, gluconato de clorhexidina al 0,12%, y agua destilada (control). - Efecto anttimicrobiano frente a la cepa de referencia *Streptococcus mutans* ATC 2517, - Medición: Determinación del recuento de UFC por mililitro de solución. **TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS** Se realizó la esterilización por calor húmedoo (autoclave) de los cepillos dentales a 121 °C por 15 minutos. Seguidamente fueron distribuidos aleatoriamente en cinco grupos de 15 cada uno, según el agente asignado. A todos los cepillos se les inoculó 15 mL de la solución estandarizada de S. mutans. Acto seguido, se procedió a su incubación térmica regulada a 37 °C durante un dia completo. en condiciones anaeróbicas. Para el proceso de desinfección, se sumergieron las muestras correspondientes a cada grupo en 200 mL del agente asignado, durante 10 minutos. Al concluir la fase de desinfección la totalidad de las unidades de cepillado se transfirieron de forma aséptica a contenedores de 15ml de solución salina normal, procediendo con su agitación en mezclador vórtex durante un minuto. Utilizando un medio de agar enriquecido con sangre ovina al 5%, se realizó la siembra a partir de las muestras recolectadas de cada solución. Finalmente, los cultivos fueron trasladados al recipiente de anaerobiosis con el fin de proceder a su incubación térmica a 37°C durante un periodo de 48 horas en condiciones anaeróbicas, para evaluar el crecimiento bacteriano. Se realizó el análisis microbiológico respectivo antes y después de la aplicación del agente antibacteriano. El efecto se evaluó mediante el conteo UFC. **PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS** - Análisis descriptivo: Tablas de distribución de frecuencias, y medidas de tendencia central y dispersión. - Análisis inferencial: Prueba t de Student y ANOVA. - ¨Procesamiento de datos: Programa SPSS.

ANEXO 2: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

PERÓXIDO DE HIDRÓGENO AL 6%			HIPOCLORITO DE SODIO AL 1%			HIPOCLORITO DE SODIO AL 2%		
CÓDIGO	Recuento bacteriano inicial (UFC/ml)	Recuento bacteriano final (UFC/ml)	CÓDIGO	Recuento bacteriano inicial (UFC/ml)	Recuento bacteriano final (UFC/ml)	CÓDIGO	Recuento bacteriano inicial (UFC/ml)	Recuento bacteriano final (UFC/ml)
Agente A01			Agente B01			Agente C01		
Agente A02			Agente B02			Agente C02		
Agente A03			Agente B03			Agente C03		
Agente A04			Agente B04			Agente C04		
Agente A05			Agente B05			Agente C05		
Agente A06			Agente B06			Agente C06		
Agente A07			Agente B07			Agente C07		
Agente A08			Agente B08			Agente C08		
Agente A09			Agente B09			Agente C09		
Agente A10			Agente B10			Agente C10		
Agente A11			Agente B11			Agente C11		
Agente A12			Agente B12			Agente C12		
Agente A13			Agente B13			Agente C13		
Agente A14			Agente B14			Agente C14		
Agente A15			Agente B15			Agente C15		

GLUCONATO DE CLORHEXIDINA AL 0,12%			AGUA DESTILADA (CONTROL)		
CÓDIGO	Recuento bacteriano inicial (UFC/ml)	Recuento bacteriano final (UFC/ml)	CÓDIGO	Recuento bacteriano inicial (UFC/ml)	Recuento bacteriano final (UFC/ml)
Agente D01			Agente E01		
Agente D02			Agente E02		
Agente D03			Agente E03		
Agente D04			Agente E04		
Agente D05			Agente E05		
Agente D06			Agente E06		
Agente D07			Agente E07		
Agente D08			Agente E08		
Agente D09			Agente E09		
Agente D10			Agente E10		
Agente D11			Agente E11		
Agente D12			Agente E12		
Agente D13			Agente E13		
Agente D14			Agente E14		
Agente D15			Agente E15		

ANEXO 3: CONSTANCIA DE EXONERACIÒN DE REVISIÒN DE ÈTICA

Universidad Norbert Wiener

COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA E INTEGRIDAD CIENTÍFICA

CONSTANCIA DE EXONERACIÓN DE REVISIÓN

Lima, 26 de febrero de 2026

Autor Responsable:
EVELYN YESENIA ROMANI RAMOS

Exp. Nº: 0524-2026

De mi consideración:

Es grato expresarle mi cordial saludo y, a la vez, informarle que el Comité Institucional de Ética e Integridad Científica (CIEIC) de la Universidad Privada Norbert Wiener, tras la revisión del expediente presentado, determinó que el siguiente proyecto de investigación **queda EXONERADO de evaluación ética**, al no involucrar intervención directa con seres humanos, animales de experimentación, ni el uso de información sensible que requiera consentimiento informado o medidas adicionales de protección.

Proyecto titulado: "Efecto antibacteriano del peróxido de hidrógeno al 6%, hipoclorito de sodio al 1 y 2%, y gluconato de clorhexidina al 0,12% sobre cepillos dentales inoculados con Streptococcus mutans" Versión Nro.1, aprobada por el asesor en fecha 24/02/2026
El cual tiene como Autor(es) a:

EVELYN YESENIA ROMANI RAMOS

La exoneración otorgada permite la ejecución del proyecto sin requerir aprobación ética adicional del CIEIC. El investigador asume la responsabilidad de cumplir con los principios de integridad científica y la normativa institucional vigente. En caso de modificaciones que cambien la naturaleza del estudio, deberá solicitarse nuevamente evaluación ética.

El investigador deberá considerar los siguientes puntos detallados a continuación:

- La aprobación otorgada por el CIEIC tiene una **vigencia de veinticuatro (24) meses** contados desde la fecha de emisión del presente documento. Esta vigencia es exclusiva para los procedimientos éticos revisados por el Comité y no sustituye ni aplica a los trámites administrativos ante la Oficina de Grados y Títulos.
- La constancia de aprobación por el CIEIC **no garantiza la aceptación** por parte de las **instituciones** en las que se planea realizar la investigación.
- En caso de requerir una enmienda, entendida como una modificación menor que no altera de manera sustantiva el proyecto exonerado, esta deberá ser presentada al CIEIC y no podrá ejecutarse sin su aprobación previa. Cualquier cambio sustantivo deberá tramitarse como proyecto nuevo ante el CIEIC.

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

Atentamente,

Mg. Angelica Karina Minaya Galarreta
Presidente
Comité Institucional de Ética e Integridad Científica
Universidad Privada Norbert Wiener

ANEXO 4: CARTA DE PRESENTACIÓN: LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN MICROBIOLOGÍA - UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLAREAL

Universidad Nacional
Federico Villarreal

CONSTANCIA DE AUTORIZACIÓN

Yo, Dra. Gisela Francisca Yupanqui Siccha, identificada con D.N.I 10182148, en mi calidad de jefa de Laboratorio de Investigación en Microbiología de la institución: Universidad Nacional Federico Villarreal, con R.U.C. N° 20170934289 ubicado en el distrito del Agustino, provincia de Lima y departamento de Lima.

Otorgo la AUTORIZACIÓN, a la Sra. Romani Ramos Evelyn Yesenia, identificada con D.N.I. 43840514, de la Facultad de Odontología de la Universidad Privada Norbert Wiener S., para que ejecute su investigación titulada " Efecto antibacteriano del peróxido de hidrógeno al 6%, hipoclorito de sodio al 1 y 2% y gluconato de clorhexidina al 0,12% sobre cepillos dentales inoculados con "Streptococcus mutans", dentro de las instalaciones o utilice la información de nuestra institución Universidad Nacional Federico Villarreal.

Asimismo, autorizo expresamente el uso de la información con fines académicos, contribuyendo con la comunidad educativa.

Finalmente, respecto al uso del nombre y/o cualquier distintivo de la institución Universidad Nacional Federico Villarreal se determina:

Autorizo mencionar el nombre y/o información y/o cualquier distintivo de la institución Universidad Nacional Federico Villarreal

DEPARTAMENTO ACADÉMICO BIOLOGÍA

Dra. GISELA FRANCISCA YUPANQUI SICCHA
JEFA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN MICROBIOLOGIA
UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
DNI N° 10182148

Dirección: Jr. Río Chepén 290, El Agustino - Pabellón "A" 5to piso
Correo: gyupanqui@unfv.edu.pe

Lima, 2 de marzo del 2026

ANEXO 5: REGISTRO FOTOGRÁFICO

1. FASE DE REACTIVACIÓN BIOLÓGICA DE LA CEPA DE *Streptococcus mutans* ATCC 25175





Figura 1 y 2: Proceso de revitalización y acondicionamiento de la cepa de *Streptococcus mutans* ATCC 25175
(Dra. Gisela Fransisca Yupanqui Siccha,
Jefa del Laboratorio de Investigación en Microbiología-UNFV).



Figura 3: Incubación del cultivo primario

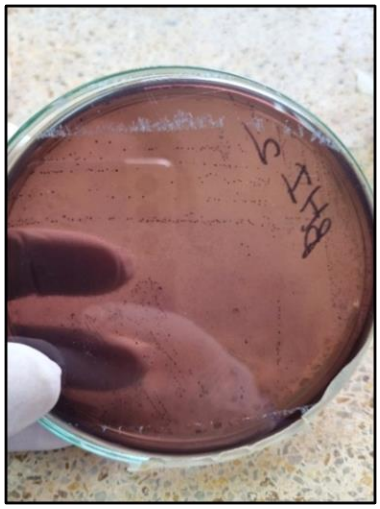


Figura 4: Desarrollo biólogico de *Streptococcus mutans inoculado* en el caldo de cultivo especifico

2. INOCULACIÓN DE LOS CEPILLOS DENTALES CON *Streptococcus mutans*

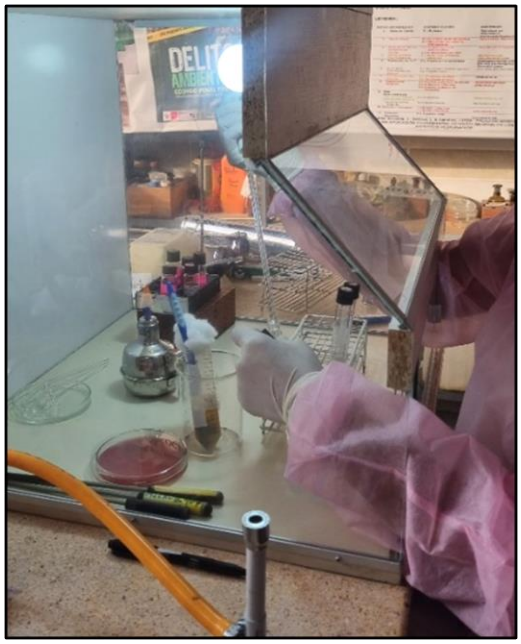


Figuras 5,6 y 7: Inoculación de los cepillos dentales con cepas de *Streptococcus mutans* en solución estandarizada.





Figuras 8-9: Incubacion de los cepillos dentales a 37 °C. en condiciones anaerobicas por 24 horas



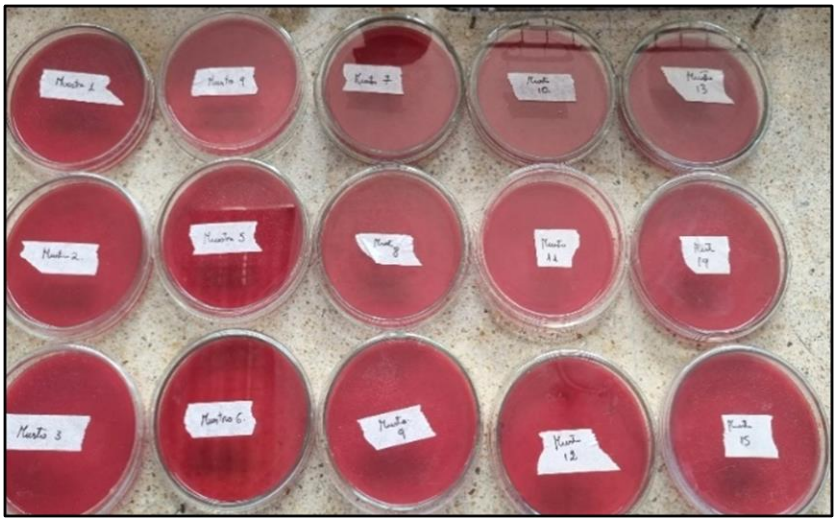


Figuras 10-11: Toma de muestra de cada solución y diluciones seriadas.





Figuras 12-13: Proceso de cultivo utilizando un medio nutritivo Mueller- Hinton enriquecido con hematíes ovino al 5%



Figuras 14: Agrupación de las muestras de acuerdo al agente asignado.



Figura 15: Traslado de los cultivos sembrados al contenedor de anaerobiosis



Figura 16: Cultivo térmico de las muestras por 48 horas a 37°C en condiciones anaeróbicas.

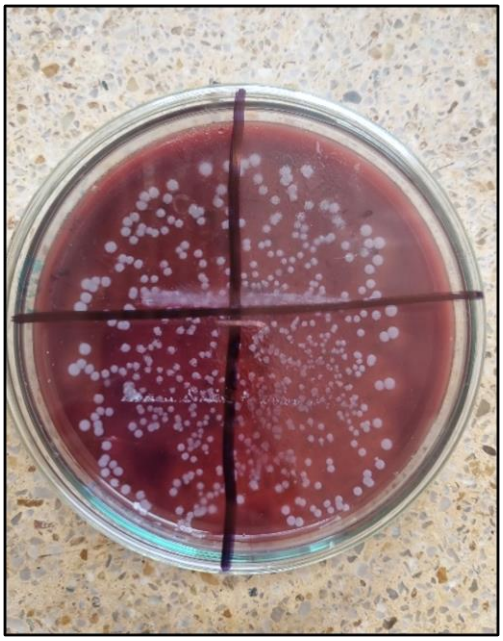


Figura 17: Conteo de colonias, previo al tratamiento de desinfección

3. INOCULACIÓN Y RECOLECCIÓN DE ESPECÍMENES LUEGO DEL PROCEDIMIENTO DE DESINFECCIÓN QUÍMICA



Figura 18: Cepillos dentales sumergidos en un recipiente con el agente asignado (200 ml), durante 10 minutos.



Figura 19: Cepillos dentales en recipientes Falcon estériles con suero fisiologico (15 mL), y colocados en el vortice durante un minuto.





Figura 20-21: Segunda toma de muestra, posterior a la desinfección

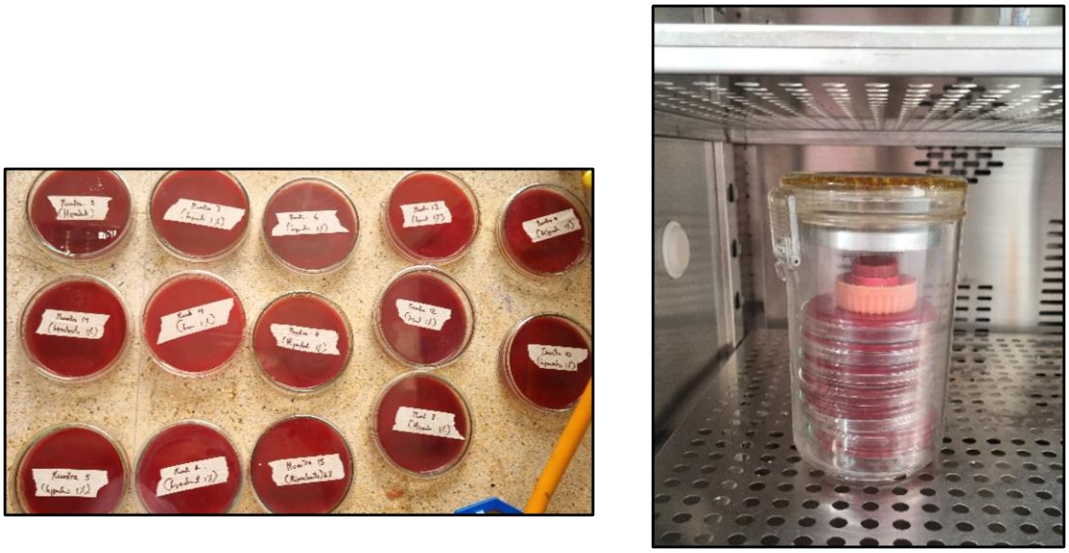


Figura 22-23: Cultivo de muestras en un frasco de la vela o jarra de Gaspak para la eliminación del oxigeno molecular y posterior incubación por 48 horas a 37°C en anaerobiosis.

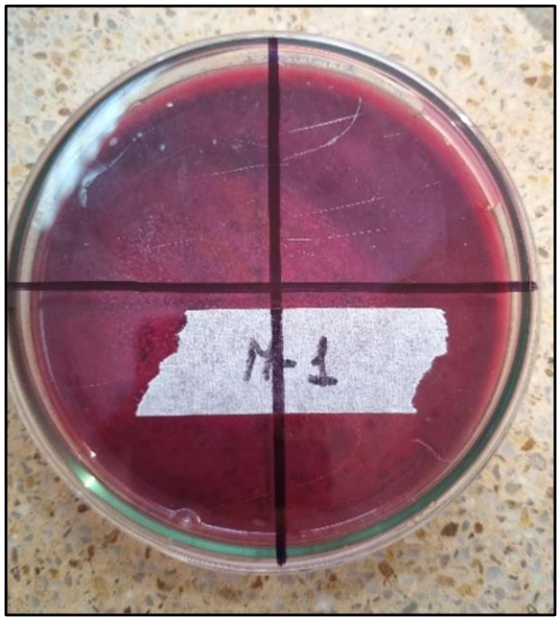


Figura 24: Conteo de colonias, posterior al tratmiento de desinfección

4. MEDIO DE CULTIVO



Figura 25: Preparación de los medios de cultivo



Figura 26: Preparación de las diluciones

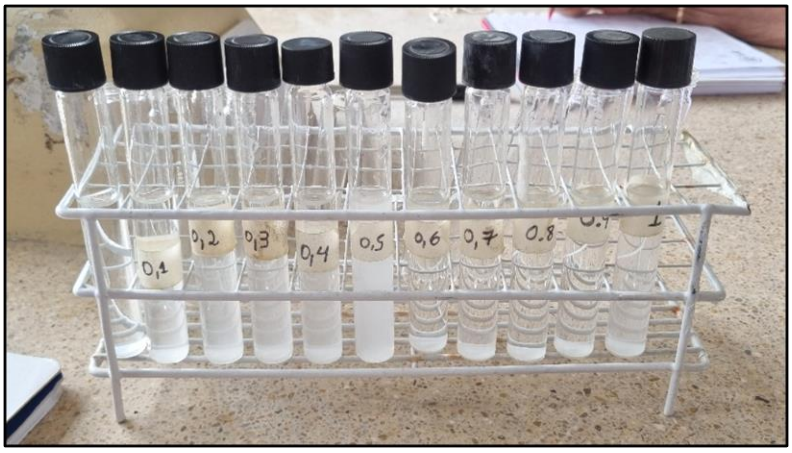


Figura 27: Cepas de *Streptococcus mutans* ATCC25175 evaluadas mediante la escala Mc. Farland.

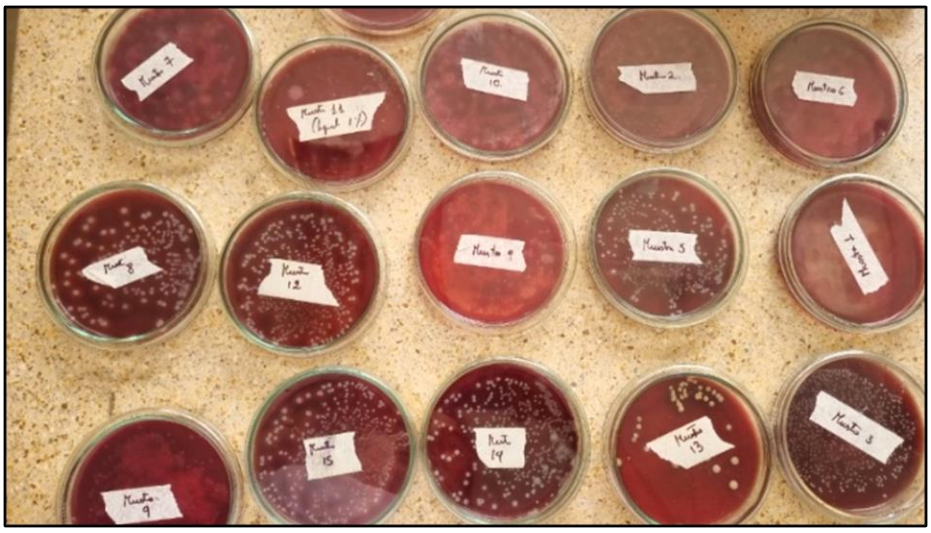


Figura 28: Muestras previas al proceso de desinfección.

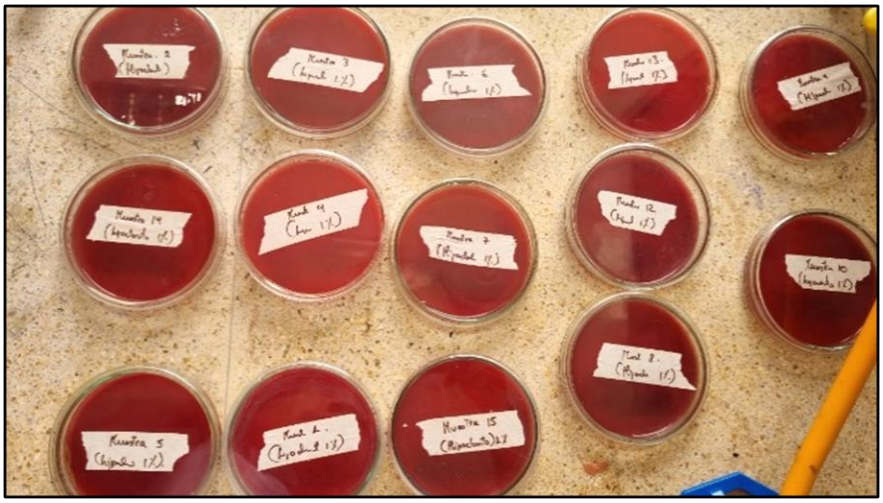
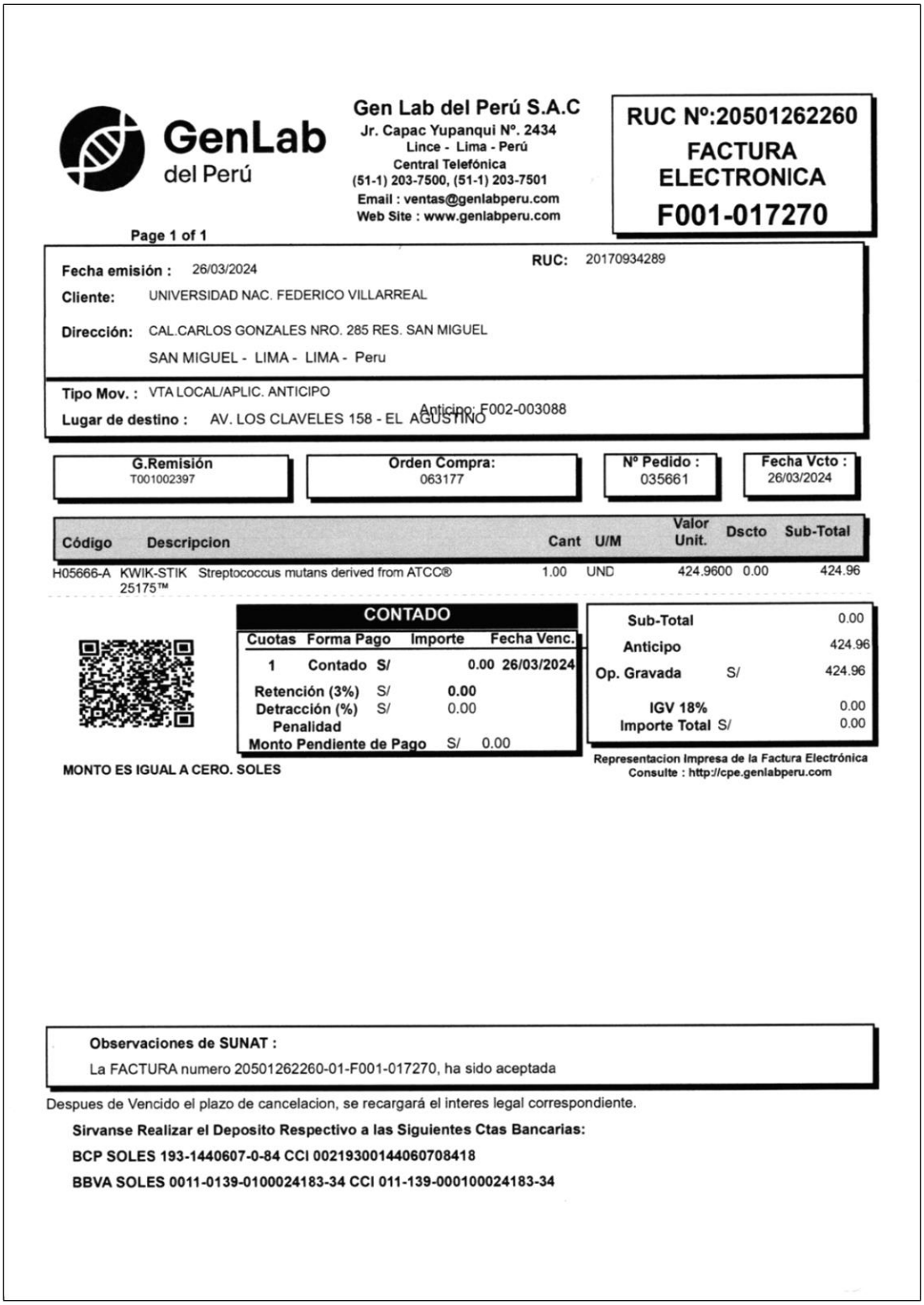


Figura 29: Muestras posteriores al proceso de desinfección.

ANEXO 6: FACTURA DE COMPRA DE LA CEPA ATCC 25175 : LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN MICROBIOLOGÍA - UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLAREAL



GenLab del Perú

Gen Lab del Perú S.A.C
Jr. Capac Yupanqui Nº. 2434
Lince - Lima - Perú
Central Telefónica
(51-1) 203-7500, (51-1) 203-7501
Email : ventas@genlabperu.com
Web Site : www.genlabperu.com

RUC Nº:20501262260
FACTURA ELECTRONICA
F001-017270

Page 1 of 1

Fecha emisión : 26/03/2024 **RUC:** 20170934289

Cliente: UNIVERSIDAD NAC. FEDERICO VILLARREAL

Dirección: CAL.CARLOS GONZALES NRO. 285 RES. SAN MIGUEL
SAN MIGUEL - LIMA - LIMA - Peru

Tipo Mov. : VTA LOCAL/APLIC. ANTICIPO
Lugar de destino : AV. LOS CLAVELES 158 - EL AGUSTINO Anticipo: F002-003088

G.Remisión	Orden Compra:	Nº Pedido :	Fecha Vcto :
T001002397	063177	035661	26/03/2024

Código	Descripcion	Cant	U/M	Valor Unit.	Dscto	Sub-Total
H05666-A	KWIK-STIK Streptococcus mutans derived from ATCC® 25175™	1.00	UND	424.9600	0.00	424.96

CONTADO

Cuotas	Forma Pago	Importe	Fecha Venc.
1	Contado S/	0.00	26/03/2024

Retención (3%) S/ 0.00
Detracción (%) S/ 0.00
Penalidad
Monto Pendiente de Pago S/ 0.00

Sub-Total		0.00
Anticipo		424.96
Op. Gravada	S/	424.96
IGV 18%		0.00
Importe Total	S/	0.00

MONTO ES IGUAL A CERO. SOLES

Representacion Impresa de la Factura Electrónica
Consulte : http://cpe.genlabperu.com

Observaciones de SUNAT :
La FACTURA numero 20501262260-01-F001-017270, ha sido aceptada

Despues de Vencido el plazo de cancelacion, se recargará el interes legal correspondiente.

Sirvanse Realizar el Deposito Respectivo a las Siguientes Ctas Bancarias:

BCP SOLES 193-1440607-0-84 CCI 00219300144060708418

BBVA SOLES 0011-0139-0100024183-34 CCI 011-139-000100024183-34

tesis 74.docx

Universidad Wiener

Document Details

Submission ID
trn:oid:::14912:611324655

Submission Date
Jul 30, 2026, 8:12 AM GMT-5

Download Date
Jul 30, 2026, 8:20 AM GMT-5

File Name
tesis 74.docx

File Size
79.0 KB

38 Pages

11,437 Words

66,583 Characters

turnitin Page 1 of 43 - Cover Page Submission ID trn:oid:::14912:611324655

15% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Top Sources

13% Internet sources
3% Publications
10% Submitted works (Student Papers)

turnitin Page 2 of 43 - Integrity Overview Submission ID trn:oid:::14912:611324655

15% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Top Sources

13% Internet sources
3% Publications
10% Submitted works (Student Papers)

Top Sources

13% Internet sources
3% Publications
10% Submitted works (Student Papers)

Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Internet	repositorio.unfv.edu.pe 5%
2	Internet	repositorio.uwiener.edu.pe 3%
3	Internet	alicia.concytec.gob.pe 1%
4	Internet	biblioteca.uam.edu.ni 1%
5	Submitted works	Universidad Católica de Santa María on 2025-01-21 <1%
6	Submitted works	Docentes on 2026-07-15 <1%
7	Internet	repositorio.uap.edu.pe <1%
8	Internet	mirror-fr.cybertheses.org <1%
9	Submitted works	Universidad Cesar Vallejo on 2019-05-06 <1%
10	Submitted works	Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña on 2023-03-06 <1%
11	Submitted works	D.A. de Estomatología on 2026-04-22 <1%