



**Universidad  
Norbert Wiener**

Powered by **Arizona State University**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
PROGRAMA ACADÉMICO DE ODONTOLOGÍA**

**Tesis**

Evaluación in vitro del efecto antimicrobiano del extracto liofilizado de zingiber officinale sobre cepas de streptococcus mutans (atcc 25175). Lima Perú - 2023

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

**Presentado por:**

**Autor:** Flores Bañico, Yober

**Código ORCID:** <https://orcid.org/0009-0009-0740-7747>

**Asesor:** Dr. Gómez Carrión, Christian Esteban

**Código ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-9698-3176>

**Lima – Perú**

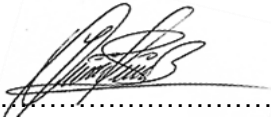
**2025**

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

Yo, Yober Flores Bañico egresado de la Facultad de Ciencias de la Salud y Escuela Académica Profesional de **Odontología** de la Universidad privada Norbert Wiener declaro que el trabajo académico “**EVALUACIÓN IN VITRO DEL EFECTO ANTIMICROBIANO DEL EXTRACTO LIOFILIZADO DE ZINGIBER OFFICINALE SOBRE CEPAS DE STREPTOCOCCUS MUTANS (ATCC 25175). LIMA PERU - 2023**” Asesorado por el docente: CRISTIAN ESTEBAN GOMÉZ CARRIÓN DNI 41540958 ORCID 0000-0001-9698-3176 tiene un índice de similitud de 20 (Veinte) % con código oid:14912:468377344 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  
 Yober Flores Bañico  
 DNI: 41990160.

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



.....  
 Dr. Christian E. Gómez Carrión  
 REHABILITACIÓN ORAL  
 C.O.P.: 21280  
 R.N.E.: 2828

.....  
 Firma  
**GÓMEZ CARRIÓN CHRISTIAN ESTEBAN**  
 DNI: **41540958**

Lima 16 de Julio de 2025

## **DEDICATORIA**

Dedico mi tesis a mi querido y recordado padre Ernesto Flores, porque siempre me demostró su amor y me apoyó incondicionalmente en el desarrollo de mis estudios, a mi madre Elena Bañico que ha sido un pilar fundamental en mi formación como profesional, por brindarme la confianza, consejos y oportunidades. A Nadiuzka por su apoyo incondicional, a mi hijo Bryam, que es mi motor y motivo en mi vida, con su amor y comprensión me da fortaleza para seguir adelante.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Privada Norbert Wiener por brindarme el apoyo en el desarrollo de esta investigación.

A todos mis maestros que de una u otra manera colaboraron para la ejecución de esta investigación.

Agradezco a la Mg. CD. Araujo Farje, Jessica Jasmín y al Dr. CD. Christian Esteban Gómez Carrión.

## ÍNDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>4</b>
<b>ÍNDICE GENERAL .....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>8</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS .....</b>	<b>10</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>11</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>12</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO I: EL PROBLEMA.....</b>	<b>14</b>
1.1. Planteamiento del problema.....	14
<b>1.2. Formulación del problema .....</b>	<b>15</b>
<b>1.2.1. Problema General.....</b>	<b>15</b>
<b>1.2.2. Problemas específicos.....</b>	<b>15</b>
1.3. Objetivos de la Investigación .....	16
<b>1.3.1. Objetivo General .....</b>	<b>16</b>
<b>1.3.2. Objetivos Específicos.....</b>	<b>16</b>
1.4. Justificación de la Investigación .....	17
<b>1.4.1. Justificación Teórica .....</b>	<b>17</b>
<b>1.4.2. Justificación Práctica .....</b>	<b>17</b>
1.5. Limitaciones de la investigación.....	18
<b>1.5.1. Temporal.....</b>	<b>18</b>
<b>1.5.2. Espacial.....</b>	<b>18</b>
<b>1.5.3. Recursos .....</b>	<b>18</b>
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>19</b>
<b>2.1. Antecedentes .....</b>	<b>19</b>
<b>2.1.1. Antecedentes internacionales .....</b>	<b>19</b>
<b>2.1.2. Antecedentes nacionales.....</b>	<b>22</b>
2.2. Bases teóricas .....	25
2.3. Formulación de Hipótesis .....	29
<b>2.3.1. Hipótesis General .....</b>	<b>29</b>

<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....</b>	<b>30</b>
3.1. Método de investigación .....	30
3.2. Enfoque investigativo.....	30
3.3. Tipo de investigación .....	30
3.4. Diseño de la investigación .....	30
3.5. Población, muestra y muestreo agregar formula.....	32
<b>3.5.1. Población .....</b>	<b>32</b>
<b>3.5.2. Muestra.....</b>	<b>32</b>
<b>3.5.3. Criterios de inclusión y exclusión .....</b>	<b>33</b>
3.6. Variables y operacionalización .....	34
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	35
<b>3.7.1. Técnica.....</b>	<b>35</b>
<b>3.7.2. Descripción del instrumento.....</b>	<b>35</b>
<b>3.7.3. Validación.....</b>	<b>40</b>
<b>3.7.4. Confiabilidad .....</b>	<b>40</b>
3.8. Plan de procesamiento y análisis de datos .....	41
3.9. Aspectos éticos.....	41
<b>CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....</b>	<b>43</b>
4.1. Resultados .....	43
<b>4.1.2. Discusión .....</b>	<b>55</b>
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>58</b>
5.1. Conclusiones .....	58
5.2. Recomendaciones.....	59
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>60</b>
Anexo 1: Matriz de consistencia.....	68
Anexo 2: Instrumento .....	70
Anexo 3: Aprobación del comité de Ética .....	71
Anexo 4: Constancia de la institución para la elaboración del extracto liofilizado.....	72
Anexo 5: Constancia de la institución para la recolección de datos. ....	73
Anexo 6: Informe de validación de instrumento.....	74

Anexo 9: Reporte Turnitin.....	77
--------------------------------	----

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Halos de inhibición promedios del extracto liofilizado de <i>Zingiber officinale</i> sobre cepas de <i>Streptococcus mutans</i> por tratamiento a las 8, 24, 32 y 48 horas. ....	43
<b>Tabla 2.</b> Halos de inhibición promedios del extracto liofilizado de <i>Zingiber officinale</i> sobre cepas de <i>Streptococcus mutans</i> por tratamiento a las 8, 24, 32 y 48 horas .....	44
<b>Tabla 3.</b> Prueba de Esfericidad de Mauchly para el modelo de dos factores, con medidas repetidas en un solo factor.....	45
<b>Tabla 4.</b> Prueba de Esfericidad de Mauchly para el modelo de medidas repetidas, al 100% de concentración de extracto liofilizado de <i>Zingiber officinale</i> sobre cepas de <i>Streptococcus mutans</i> por tratamiento a las 8, 24, 32 y 48 horas .....	46
<b>Tabla 5.</b> Prueba de efectos intra sujetos para el modelo de medidas repetidas al 100% de concentración de extracto liofilizado de <i>Zingiber officinale</i> sobre cepas de <i>Streptococcus mutans</i> por tratamiento a las 8, 24, 32 y 48 horas. ....	47
<b>Tabla 6.</b> Comparaciones por pareja (Pruebas post hoc).....	48
<b>Tabla 7.</b> Prueba de Esfericidad de Mauchly para el modelo de medidas repetidas, al 75% de concentración de extracto liofilizado de <i>Zingiber officinale</i> sobre cepas de <i>Streptococcus mutans</i> por tratamiento a las 8, 24, 32 y 48 horas. ....	49
<b>Tabla 8.</b> Prueba de efectos intra sujetos para el modelo de medidas repetidas al 75% de concentración de extracto liofilizado de <i>Zingiber officinale</i> sobre cepas de <i>Streptococcus mutans</i> por tratamiento a las 8, 24, 32 y 48 horas. ....	49
<b>Tabla 9.</b> Comparaciones por pareja (Pruebas post hoc).....	50

<b>Tabla 10.</b> Prueba de Esfericidad de Mauchly para el modelo de medidas repetidas, al 50% de concentración de extracto liofilizado de Zingiber officinale sobre cepas de Streptococcus mutans por tratamiento a las 8, 24, 32 y 48 horas .....	51
<b>Tabla 11.</b> Prueba de efectos intra sujetos para el modelo de medidas repetidas al 50% de concentración de extracto liofilizado de Zingiber officinale sobre cepas de Streptococcus mutans por tratamiento a las 8, 24, 32 y 48 horas. ....	52
<b>Tabla 12.</b> Comparaciones por pareja (Pruebas post hoc).....	53

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

- Gráfico 1.** Medias marginales estimadas del extracto liofilizado de *Zingiber officinale* sobre cepas de *Streptococcus mutans* por tratamiento a las 8, 24, 32 y 48 horas. .... 46
- Gráfico 2.** Medias marginales estimadas del extracto liofilizado de *Zingiber officinale* al 100% sobre cepas de *Streptococcus mutans* por tratamiento a las 8, 24, 32 y 48 horas. .... 48
- Gráfico 3.** Medias marginales estimadas del extracto liofilizado de *Zingiber officinale* al 75% sobre cepas de *Streptococcus mutans* por tratamiento a las 8, 24, 32 y 48 horas. .... 51
- Gráfico 4.** Medias marginales estimadas del extracto liofilizado de *Zingiber officinale* al 50% sobre cepas de *Streptococcus mutans* por tratamiento a las 8, 24, 32 y 48 horas. .... 53

## RESUMEN

El *Streptococcus mutans* promedia entre el 20 y 40% de la flora bacteriana de lesiones cariosas de la cavidad bucal. El interés por la efectividad de agentes antimicrobianos sigue en estudio. Una alternativa de terapéutica son las plantas medicinales que han demostrado inhibición en la formación de biopelículas dentales reduciendo la adherencia de patógenos microbianos en la superficie del diente. El *Zingiber officinale Roscoe* ha tenido actividad biológica gracias a su composición. El objetivo de este estudio fue determinar *in vitro* el efecto antimicrobiano del extracto liofilizado de *Z. officinale* sobre cepas de *S. mutans* (ATCC 25175). El estudio fue de tipo experimental *in vitro*. Se utilizó el método de discos de difusión por halos de inhibición de Kirby-Bauer para determinar el valor promedio del halo de inhibición del extracto liofilizado de *Z. officinale* al 100%, 75%, 50% y 25% frente a las cepas de *S. mutans* a las 8, 24, 32 y 48 horas respectivamente. Se aplicó la prueba ANOVA para identificar diferencias significativas ( $p < 0.5$ ), utilizando pruebas multivariantes del Modelo de dos factores, con el software estadístico IBM SPSS (versión 25.0). Los resultados demostraron que el efecto al 100%, 75% y 50% de concentración de extracto liofilizado de *Z. officinale* sobre cepas de *S. mutans* fue diferente a las 8, 24, 32 y 48 horas; donde a medida que aumentaba el tiempo, el efecto fue mayor; mientras que la concentración del 25% en los diferentes tiempos no tuvo variabilidad y fue constante. Se concluyó que *Z. officinale* tuvo efecto antimicrobiano al 100%, 75%, 50% frente a las cepas de *S. mutans*.

**Palabras claves:** Efecto antimicrobiano, *Streptococcus mutans*, *Zingiber officinale*.

## ABSTRACT

*Streptococcus mutans* averages between 20 and 40% of the bacterial flora of carious lesions in the oral cavity. Interest in the effectiveness of antimicrobial agents remains under study. An alternative therapy are medicinal plants that have shown inhibition in the formation of dental biofilms, reducing the adherence of microbial pathogens on the tooth surface. The *Zingiber officinale* Roscoe has had biological activity thanks to its composition. The objective of this study was to determine in vitro the antimicrobial effect of the lyophilized extract of *Z. officinale* on strains of *S. mutans* (ATCC 25175). The study was experimental in vitro. The Kirby-Bauer inhibition halo diffusion disk method was used to determine the average value of the inhibition halo of the 100%, 75%, 50% and 25% lyophilized extract of *Z. officinale* against the *S. mutans* strains. at 8, 24, 32 and 48 hours respectively. The ANOVA test was applied to identify significant differences ( $p < 0.5$ ), using multivariate tests of the Two Factor Model, with the statistical software IBM SPSS (version 25.0). The results showed that the effect at 100%, 75% and 50% concentration of lyophilized extract of *Z. officinale* on *S. mutans* strains was different at 8, 24, 32 and 48 hours; where as time increased, the effect was greater; while the concentration of 25% at the different times had no variability and was constant. It was concluded that *Z. officinale* had antimicrobial effect at 100%, 75%, 50% against *S. mutans* strains.

**Keywords:** Antimicrobial effect, *Streptococcus mutans*, *Zingiber officinale*.

## INTRODUCCIÓN

El *Zingiber officinale Roscoe* conocido comúnmente como jengibre corresponde a la familia *Zingiberaceae* y al género *Zingiber* que ha sido ampliamente utilizado como especia y medicina herbaria por muchos años. La raíz del jengibre se utiliza para mejorar y tratar diferentes dolencias como el dolor de cabeza, náuseas entre otros. Sus compuestos a base de fenoles como los gingeroles, shogaoles y paradols, explican las grandes propiedades del jengibre. Durante estos últimos años se ha reportado que el jengibre presenta actividades biológicas, como antioxidante, antiinflamatoria, y anticancerígena. Además, numerosos estudios han demostrado que el jengibre posee el potencial de prevenir y controlar varias enfermedades, como enfermedades neurodegenerativas, enfermedades cardiovasculares, obesidad, diabetes mellitus náuseas y vómitos inducidos por la quimioterapia, trastornos respiratorios y efectividad antimicrobiana. Los bioactivos del jengibre como los compuestos fenólicos y terpénicos han permitido que distintos tipos de bacterias puedan ser disminuidos o erradicados. Entre las bacterias predominantes se encuentra el *Streptococcus mutans*, quien ha sido estudiado ampliamente para su erradicación de la cavidad bucal por su participación como agente microbiano de la caries dental. El presente estudio tiene como finalidad evaluar el efecto antimicrobiano del extracto liofilizado del *Z. officinale Roscoe* sobre cepas de *S. mutans*.

## CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

### 1.1. Planteamiento del problema

La caries dental es una de las patologías más prevalentes en salud pública (1). Se ha demostrado que el *Streptococcus mutans* promedia entre el 20 y el 40% de la flora cultivable en las biopelículas extraídas de las lesiones cariosas de la cavidad bucal (2). La participación del microorganismo tanto en vía oral y en enfermedades no bucales han despertado interés en el conocimiento de su susceptibilidad frente a los agentes antimicrobianos. Sin embargo, los antibióticos son inapropiados para el uso rutinario como agentes antiplaca y deben restringir su uso en medicamentos (3). Entre todos los agentes antibacterianos, la clorhexidina al 0,12% se ha convertido en la concentración internacional estándar para control de placa. Sin embargo, se ha encontrado efectos secundarios, como la alteración en sabor, pigmentación dental y material de restauración, además de la zona dorsal de la lengua; así como formación de cálculo supragingival (4).

Con el avance científico nuevos estudios están dirigiendo su atención a la medicina popular con el fin de encontrar alternativas contra las infecciones microbianas. Los materiales vegetales son conocidos como fuente de nuevos agentes antimicrobianos, por lo que se ha realizado una búsqueda para descubrir nuevos fármacos antibacterianos de origen vegetal dentro de la fitomedicina (5). Actualmente se conoce estudios en base a plantas medicinales o fitoquímicos que inhiben la formación de biopelículas dentales al reducir la adherencia de patógenos microbianos en la superficie del diente (6).

El *Zingiber officinale Roscoe* también conocido como jengibre, es una especie común y accesible. Los beneficios del jengibre radican en la composición de fenoles que contiene, como los gingeroles y los shogaoles (7). Diversos estudios han analizado el jengibre, donde se han reportado sus excelentes propiedades sobre diversas enfermedades (8).

El objetivo del estudio tiene como finalidad evaluar el efecto antimicrobiano del extracto liofilizado de *Zingiber officinale* sobre cepas de *Streptococcus mutans*, debido a las óptimas propiedades reportadas en el área de salud incluyendo afecciones dentales como alternativa de tratamiento (9).

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema General**

¿Cuál es el efecto antimicrobiano del extracto liofilizado de *Zingiber officinale* sobre cepas de *Streptococcus mutans* (ATCC 25175) Lima - Perú 2023?

### **1.2.2. Problemas específicos**

1. ¿Cuál será el efecto antimicrobiano del extracto liofilizado de *Zingiber officinale* al 100% frente a las cepas de *Streptococcus mutans* (ATCC 25175) a las 8, 24, 32 y 48 horas, Lima - Perú 2023?
2. ¿Cuál será el efecto antimicrobiano del extracto liofilizado de *Zingiber officinale* al 75% frente a las cepas de *Streptococcus mutans* (ATCC 25175) a las 8, 24, 32 y 48 horas, Lima-Perú 2023?
3. ¿Cuál será el efecto antimicrobiano del extracto liofilizado de *Zingiber officinale* al 50%

frente a las cepas de *Streptococcus mutans* (ATCC 25175) a las 8, 24, 32 y 48 horas,  
Lima - Perú 2023?

4. ¿Cuál será el efecto antimicrobiano del extracto liofilizado de *Zingiber officinale* al 25% frente a las cepas de *Streptococcus mutans* (ATCC 25175) a las 8, 24, 32 y 48 horas,  
Lima - Perú 2023?

### **1.3. Objetivos de la Investigación**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Determinar *in vitro* el efecto antimicrobiano del extracto liofilizado de *Zingiber officinale* sobre cepas de *Streptococcus mutans* (ATCC 25175). Lima - Perú 2023.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

1. Identificar el efecto antimicrobiano del extracto liofilizado de *Zingiber officinale* al 100% frente a las cepas de *Streptococcus mutans* (ATCC 25175) a las 8, 24, 32 y 48 horas, Lima - Perú 2023?
2. Identificar el efecto antimicrobiano del extracto liofilizado de *Zingiber officinale* al 75% frente a las cepas de *Streptococcus mutans* (ATCC 25175) a las 8, 24, 32 y 48 horas, Lima - Perú 2023?
3. Identificar el efecto antimicrobiano del extracto liofilizado de *Zingiber officinale* al 50% frente a las cepas de *Streptococcus mutans* (ATCC 25175) a las 8, 24, 32 y 48 horas, Lima - Perú 2023?

4. Identificar el efecto antimicrobiano extracto liofilizado de *Zingiber officinale* al 25% frente a las cepas de *Streptococcus mutans* (ATCC 25175) a las 8, 24, 32 y 48 horas, Lima - Perú 2023?

#### **1.4. Justificación de la Investigación**

##### **1.4.1. Justificación Teórica**

El estudio proporcionó nueva evidencia sobre el potencial antimicrobiano del extracto liofilizado de *Zingiber officinale* D. contra cepas de *S. mutans*, utilizando un modelo válido para organismos antimicrobianos en microbiología. Se informa que esta planta es antibacteriana y puede ser útil para controlar infecciones orales. También ha sido una fuerza impulsora de la investigación con el objetivo de encontrar más aplicaciones contra otros patógenos difíciles de manejar en la odontología clínica, contribuyendo así a la creación de alternativas naturales a la resistencia bacteriana.

##### **1.4.2. Justificación Práctica**

Desde una perspectiva aplicada, este trabajo proporcionó datos relevantes para el desarrollo de estrategias terapéuticas naturales efectivas en el manejo del crecimiento de *Streptococcus mutans*, siendo este un microorganismo altamente prevalente en la población peruana. El ensayo in vitro del extracto liofilizado de *Zingiber officinale* ofreció una base científica donde puede ser explotado en futuros productos como enjuagues bucales, pastas dentales o terapia adyuvante, lo cual puede ser beneficioso en la odontología preventiva y comunitaria. Además, este estudio proporcionó un conocimiento más completo de eco-fitoderivados sostenibles útiles para su aplicación en los sectores de salud y académico.

## **1.5. Limitaciones de la investigación**

### **1.5.1. Temporal**

Dificultad para elaborar el extracto liofilizado del jengibre (*Zingiber officinale*) en un laboratorio óptimo.

### **1.5.2. Espacial**

Vencimiento de los insumos y materiales utilizados durante el trabajo experimental.

### **1.5.3. Recursos**

Dificultad en la recepción y almacenamiento de las cepas de *Streptococcus mutans* (ATCC 25175).

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales

**Munera S. y Triana S.** (10), 2024, en su trabajo de grado en la Universidad Cooperativa de Colombia, desarrollaron un estudio experimental *in vitro* cuyo objetivo fue determinar el efecto antimicrobiano del extracto hidroalcohólico de la flor y del fruto de *Sambucus peruviana* (sauco) sobre cepas de *Streptococcus mutans* ATCC 25175. Se utilizó la técnica de difusión en pozos en agar Mueller-Hinton suplementado con sangre, comparando los resultados frente a un control positivo (clorhexidina al 0,12%) y un control negativo (etanol al 70%). Los resultados mostraron halos de inhibición mayores para el extracto de la flor (promedio de 17,2 mm) y del fruto (16,9 mm) en comparación con la clorhexidina (13,1 mm). El análisis estadístico mediante ANOVA demostró diferencias significativas ( $p < 0,05$ ). Se concluyó que ambos extractos del sauco presentan una actividad antimicrobiana eficaz contra *Streptococcus mutans*, sugiriendo su potencial como alternativa fitoterapéutica para la prevención de caries dental.

**Ahmed N. et al.** (11), 2022 evaluaron el perfil bioquímico del jengibre mediante análisis cualitativo y cuantitativo y sus potenciales bioactivos mediante ensayos antioxidantes y antimicrobianos contra *Streptococcus mutans* y microbios orales selectivos. Realizaron el análisis HPLC para el análisis cuantitativo. Usaron ensayos de DPPH y difusión en disco para actividades antioxidantes y antimicrobianas. La actividad antimicrobiana se comprobó frente a *Streptococcus mutans*, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus spp.* y *Lactobacillus spp.* Todos los solventes se eliminaron por evaporación rotatoria antes de analizar los extractos secos. Los resultados del valor de IC50 observado mostraron que el extracto de agua destilada exhibió la actividad antioxidante

más alta (43,9), seguido del extracto de etanol (52,4), y la actividad más baja se observó en el extracto de n-butanol (91,2) y n-hexano (90,6). Diferentes extractos de plantas han mostrado actividad antibacteriana significativa ( $p = 0.001$ ) contra cada bacteria. La mayor actividad antibacteriana contra las bacterias analizadas se observó en los extractos de n-hexano, cloroformo y etanol. En comparación, los extractos de acetato de etilo, n-butanol y agua mostraron una baja actividad antibacteriana. Concluyeron que el *Zingiber officinale* contra bacterias Gram-positivas es una hierba antimicrobiana eficaz. Además, se puede utilizar como una potencial fuente natural de antioxidantes. Se recomiendan más estudios sobre el análisis de toxicidad del jengibre.

**Mathai K. et al.** (12), 2022 evaluaron el efecto antibacteriano del limón, jengibre, ajo y miel sobre *S. mutans*. Los extractos de cada muestra se sometieron al método de difusión de discos para evaluar la efectividad mediante los halos de inhibición alrededor del disco. Todas las muestras fueron analizadas individualmente y triplicadas. Los resultados mostraron que el ajo presentó mayor efectividad con halos de inhibición de  $34,9 \pm 0,58$  mm y la miel menor efectividad antibacteriana de  $0,5 \pm 0,6$  mm. La mezcla de extractos sobre *S. mutans*, demostró que la combinación de ajos y limón obtuvo halos de inhibición de  $27,6 \pm 0,43$  mm mostrando una mejor efectividad que la combinación de jengibre y limón ( $12,6 \pm 0,43$  mm). Los autores concluyeron que el ajo mostró una mejor efectividad antibacteriana sobre el *S. mutans* individualmente; mientras que la combinación de ajo y limón reportaron una mayor zona de inhibición.

**Krklec S.** (13), 2021 determinó el efecto antimicrobiano del aceite esencial (*Z. officinale*) sobre cepas de *Streptococcus* en animales. Recolectaron el aceite esencial la técnica arrastre de vapor. Utilizaron a cuyes (*Cavia porcellus*) que tenían diagnóstico de linfadenitis cervical que fueron criados en una granja. En las muestras identificaron y aislaron cepas de *S. pyogenes* y *S.*

*equi spp zooepidemicus*. Aplicaron 4 tratamientos del aceite esencial de kion al 65%, 45%, 25% y 5% respectivamente. Los resultados mostraron halos de inhibición de 15.12 mm y 14.73 mm para cepas de *S.pyogenes* y *S. equi spp zooepidemicus* al 65% respectivamente. Por otro lado, concentraciones del 25% y 45% presentaron un 9.53 mm y 12.19 mm para *S. pyogenes*; mientras que halos de 9.93 mm y 12.81 mm para *S. equi spp zooepidemicus* según la escala Duraffourd. El autor concluyó que el aceite esencial de Kion tiene efecto antimicrobiano al 65% sobre ciertos patógenos que afectan la linfadenitis cervical en animales.

**Babaeekhou L. et. al.** (14) en el 2021 evaluaron la actividad antibacteriana del n-hexano, acetato de etilo, metanol y extractos acuosos de *Zingiber officinale* contra el *S. mutans* y *S. sobrinus*; así como investigar los componentes químicos de los extractos y su actividad contra algunos objetivos farmacológicos en *S. mutans*. Se evaluaron las pruebas antimicrobianas que incluían la inhibición de la biopelícula, la cinética de eliminación del tiempo y la inhibición de la adherencia junto con la citotoxicidad de los extractos. Se utilizó una técnica de redes moleculares para encontrar los componentes químicos de los extractos. Se aplicó el análisis de acoplamiento molecular en el paquete de *Schrodinger* para identificar las interacciones de unión de los compuestos a las enzimas. Los resultados demostraron que los extractos de metanol y acetato de etilo mostraron la mayor actividad antibacteriana contra *S. mutans* y *S. sobrinus*. Diferentes compuestos que incluyen polifenoles, alcaloides, antraquinonas, flavonoides, terpenoides, glucósidos, esteroides y azúcares reductores de extractos de jengibre. La afinidad de unión de los ligandos con los grupos hidroxilo libres fue mejor que la de otros ligandos contra todas las enzimas probadas. Este estudio presenta una amplia gama de compuestos de extractos *Z. officinale* para ser utilizados en diferentes estudios de descubrimiento de fármacos. Concluyeron que algunos

compuestos de jengibre con alta afinidad por las enzimas investigadas pueden considerarse compuestos candidatos para estudios de desarrollo de fármacos contra la caries.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

**Brito D.** (15) en el 2024, en su tesis tuvo como objetivo evaluar el efecto antibacteriano in vitro del extracto etanólico del *Zingiber officinale* “jengibre” sobre cepas de *E. coli* y *S. aureus*.. El estudio de diseño experimental, de corte transversal, cuantitativo y comparativo, en el que se emplearon dos cepas silvestres por cada tipo bacteriano. Se realizaron 216 ensayos experimentales, resultado de la combinación de tres concentraciones del extracto (100 mg/mL, 75 mg/mL y 50 mg/mL), con 18 repeticiones por cada nivel de concentración. Para los controles, se utilizó solución salina como negativo y como positivos, amoxicilina (30 mg) y gentamicina (10 mg). La técnica aplicada fue la prueba de sensibilidad de Kirby-Bauer, y los datos fueron analizados mediante Microsoft Excel 2019 utilizando análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Tukey, considerando un nivel de significancia del 0,05. Los hallazgos revelaron que el extracto no presentó efecto inhibitorio contra *E. coli* en ninguna de las concentraciones evaluadas. Sin embargo, frente a *S. aureus*, las tres concentraciones sí mostraron actividad antimicrobiana, con halos promedio de inhibición de 24,92 mm, 23 mm y 20,97 mm para la cepa 1, y de 23,83 mm, 21,81 mm y 20,14 mm para la cepa 2, respectivamente.

**Tello H.** (16), en el 2023 en su investigación tuvo como objetivo demostrar el efecto antimicrobiano in vitro del extracto de *zingiber officinale* (jengibre) sobre las bacterias periodontopatógenas. Se empleó un enfoque científico aplicado, con diseño experimental in vitro, de tipo transversal, comparativo y prospectivo. La muestra consistió en 36 placas seleccionadas mediante muestreo probabilístico, cada una con un control positivo y otro negativo. Los resultados

mostraron una relación positiva entre la concentración del extracto (25 %, 75 % y 100 %) y su efecto antimicrobiano: a mayor concentración, mayor inhibición de las bacterias periodontopatógenas. De manera consistente, al comparar las concentraciones usadas, el extracto al 100 % presentó el efecto antibacteriano más potente, seguido del 75 % y luego el 25 %.

**Díaz O.** (17), en el 2022 en su estudio tuvo como objetivo comparar el efecto antibacteriano de los extractos hidroetanólicos de rizoma de *Zingiber officinale* (jengibre) y hojas de *Sambucus peruviana* (sauco) frente a cepas de *Streptococcus mutans* ATCC 25175. Trujillo, 2018. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con un diseño experimental, prospectivo, transversal y de nivel explicativo. La población estuvo constituida por cepas de *Streptococcus mutans* ATCC 25175, y la muestra incluyó ocho repeticiones por cada concentración de extracto. Las cepas fueron previamente activadas y cultivadas en medio liofilizado, siendo posteriormente tratadas con extractos hidroetanólicos de jengibre y sauco a concentraciones de 25%, 50% y 75%, además de un extracto combinado al 75% de ambos vegetales. La medición del halo de inhibición bacteriana se realizó con un Vernier digital. Para el análisis estadístico se empleó la prueba de Duncan. Resultados muestran que encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ( $p < 0.05$ ). El extracto de jengibre produjo halos de inhibición de 9.08 mm al 25%, 10.06 mm al 50% y 14.51 mm al 75%. Por su parte, el extracto de sauco mostró halos de 9.35 mm, 10.01 mm y 11.18 mm a las respectivas concentraciones. El extracto combinado de jengibre y sauco al 75% alcanzó un halo de inhibición de 15.11 mm. Conclusión: El extracto hidroetanólico mixto al 75% de jengibre y sauco evidenció el mayor efecto antibacteriano sobre cepas de *Streptococcus mutans*.

**Orbegoso B.** (18), en el 2021 en su estudio tuvo como objetivo determinar el efecto antibacteriano in vitro del extracto etanólico de *Zingiber officinale* (Kion) frente a la clorhexidina al 2% sobre cepas de *Streptococcus Mutans* ATCC 25175, Trujillo, año 2019. La investigación adoptó un enfoque cuantitativo, de tipo experimental, con diseño cuasiexperimental de grupos paralelos, nivel explicativo, de carácter prospectivo, transversal y analítico no descriptivo. La muestra consistió en 34 ensayos, distribuidos equitativamente en dos grupos experimentales: 17 repeticiones tratadas con el extracto de *Zingiber officinale* y 17 con clorhexidina al 2%, ambos sobre cepas del microorganismo mencionado. Como instrumento se empleó una ficha para recolección de datos. Los hallazgos indicaron que el extracto etanólico de *Zingiber officinale* al 70% produjo un halo promedio de inhibición de 17,435 mm, mientras que la clorhexidina al 2% generó un halo promedio de 26,024 mm. Al realizar la comparación entre ambos tratamientos, se evidenció que la clorhexidina presentó un efecto antibacteriano significativamente superior. Esta diferencia fue confirmada mediante la prueba estadística U de Mann-Whitney, obteniendo un valor de significancia de  $p = 0,000$ , lo que permitió aceptar la hipótesis de investigación. En conclusión, se determinó que el extracto etanólico de *Zingiber officinale* sí presenta actividad antibacteriana in vitro frente al *Streptococcus mutans*, aunque con menor eficacia que la clorhexidina al 2%.

**Mango R.** (19), en el 2020 en su investigación el objetivo principal fue determinar el efecto inhibitorio in vitro del extracto de *Zingiber officinale* (jengibre) al 25%, 75% y 100% sobre el *Streptococcus mutans*. UNA-Puno, 2019 Para el método se utilizaron 36 placas de Petri sembradas con la cepa de *S. mutans*. El grupo experimental incluyó las tres concentraciones del extracto de jengibre, mientras que la clorhexidina al 0.12 % actuó como control positivo y el agua destilada como control negativo. Se aplicó la técnica de siembra del Instituto Nacional de Salud y se midió el efecto inhibitorio mediante la prueba de difusión en pocillos con discos de papel filtro, siguiendo

el método de Kirby–Bauer. Los datos fueron analizados con la prueba t para estudiar la dispersión, ANOVA para determinar la significancia y la prueba de comparaciones múltiples de Tukey para contrastes específicos. Resultados señalan que el extracto presentó efectos inhibitorios sobre *S. mutans*, con halos de inhibición promedio de 10.82 mm (25 %), 12.66 mm (75 %) y 13.93 mm (100 %), siendo la concentración más alta la más efectiva. Por ello, El extracto in vitro de *Zingiber officinale* demostró actividad inhibidora frente a *S. mutans*, incrementándose su eficacia con la concentración utilizada.

## **2.2. Bases teóricas**

### **La caries dental**

La caries dental es una enfermedad infecciosa y progresiva que interrumpe las interacciones moleculares normales entre la superficie del diente y la biopelícula microbiana. Esta enfermedad infecto-contagiosa si no es tratada a tiempo puede cavitarse el diente y la subsecuente pérdida de dentina y daño pulpar (20). La caries dental es una de las enfermedades de salud pública de mayor prevalencia. Se tiene amplio conocimiento que la caries y la pérdida de contenido mineral (calcio y fósforo) son irreversibles; por lo tanto, la estructura dental perdida solo puede restaurarse con materiales dentales (21).

### ***Streptococcus mutans***

En el año 1924, J. Clarke mediante un trabajo microbiológico aisló un microorganismo proveniente de lesiones cariosas, el cual denominó *S. mutans*, debido a la forma ovalada que observó en este tipo de microorganismos creyendo que era una mutación perteneciente al grupo de *estreptococos*. A mediados de 1950 el *S. mutans* ganó mayor relevancia en la comunidad

científica, fue a partir de la década de 1960, donde se reportaron los primeros estudios clínicos y laboratoriales en animales. Describiendo al *S. mutans* como un microorganismo etiológico de la caries dental. Gracias a la evidencia científica se conoce como hábitat natural de *S. mutans* a la cavidad bucal humana, proliferando a partir de la placa dental, que consta de una biopelícula bacteriana establecida en las superficies del diente. El potencial cariogénico de *S. mutans* radica (22):

- La producción abundante de polímeros extracelulares de glucano a partir de sacarosa favorece la adhesión duradera al esmalte dental y contribuye a la formación de la matriz extracelular polimérica directamente en el sitio.
- La capacidad para captar y transformar diversos carbohidratos en ácidos orgánicos, lo que refleja su alto potencial acidogénico.
- La habilidad de continuar su desarrollo y proliferación incluso en ambientes con pH bajo (ácido).

El *Streptococcus mutans* pertenece al grupo de *Streptococcus viridans*, que son los miembros más comunes de la flora natural de la cavidad bucal. Esta bacteria sintetiza grandes polisacáridos como el dextrano y el levan a partir de la sacarosa y desempeñan un rol fundamental en la formación de la caries dental (23). Se conoce que el *S. mutans* promedia entre el 20 y el 40% de la flora cultivable en las biopelículas extraídas de las lesiones cariosas de la cavidad bucal (24). Asimismo, tras una lesión o daño en la mucosa, estas bacterias pueden ingresar al sistema circulatorio y provocar endocarditis en las válvulas del corazón; además, ciertas cepas específicas se han asociado con enfermedades extraorales como microhemorragias en el cerebro, nefropatía por IgA y aterosclerosis (22).

## **Agentes antiplaca**

Existen numerosos agentes antiplaca que se sabe que reducen la formación de biopelículas dentales. Entre las características ideales que deben presentar los agentes antiplaca están (25):

- 1) Especificidad
- 2) Eficacia
- 3) Sustantividad
- 4) Seguridad
- 5) Eficacia intrínseca

## **Sustancias antiplacas**

Entre las sustancias antiplacas más utilizadas se encuentra el fluoruro que es un agente cariostático bien conocido (26). Sin embargo, su uso excesivo da lugar a efectos secundarios como la fluorosis y, por tanto, su uso es limitado (27). Además, la clorhexidina, que se considera un agente antiplaca estándar, también se ha descrito como genotóxica (28). Además de lo anteriormente expuesto, se puede encontrar dentro de la literatura otras alternativas para combatir la placa bacteriana conformado principalmente por el *S. mutans* (25): Por ejemplo, incluyen fármacos como los antibióticos, enzimas, antisépticos, compuestos de amonio cuaternario, fenoles, aceites esenciales, derivados fluorados, sales metálicas, agentes oxidantes, detergentes, alcoholes y sustancias de origen natural utilizadas en fitomedicina.

A pesar de la gran variedad de agentes antiplaca, la búsqueda de un agente eficaz aún continúa. Por lo tanto, el desarrollo de agentes terapéuticos alternativos con propiedades anticariógenas y efectos secundarios mínimos es un enfoque prometedor (29).

Los agentes quimioterapéuticos de productos naturales han demostrado ser una alternativa eficaz en la creación de nuevos fármacos a lo largo de la historia de la humanidad (30). Recientemente, varios estudios han demostrado la viabilidad de utilizar plantas medicinales como fuente de agentes quimioterapéuticos para la prevención de enfermedades bucodentales (30).

Teniendo en cuenta los informes anteriores sobre las actividades antimicrobianas de las plantas medicinales étnicas en otros países; y la resistencia a los antibióticos debido a su uso excesivo en los últimos años, así como a sus efectos secundarios, los investigadores se han interesado cada vez más en las plantas medicinales para encontrar nuevas fuentes de remedios antibacterianos (30).

### **Jengibre (*Zingiber officinale Roscoe*)**

La planta *Zingiber officinale*, comúnmente conocida como jengibre o Kion, tiene más de 1200 especies en 53 géneros. Ha sido ampliamente utilizado como medicamento desde años atrás. Según la Farmacopea China, el uso medicinal y las recomendaciones del jengibre incluyen dolor a nivel gástrico, vómitos, diarrea, pulso débil, disnea, tos y producción de esputo (31). Además, el jengibre tiene propiedades antibacterianas, antifúngicas / antimicóticas y anticancerígenas bien reconocidas (31).

- a) Actividad antioxidante
- b) Actividad antiinflamatoria

- c) Actividad antimicrobiana
- d) Citotoxicidad

Investigaciones experimentales del jengibre han prevenido y sido parte de tratamientos oncológicos, a nivel colorrectal, de próstata, mama, cuello uterino, hígado y páncreas. Su eficacia antitumoral radica principalmente en la inducción de apoptosis y la inhibición de la proliferación de células cancerosas (32).

## **2.3. Formulación de Hipótesis**

### **2.3.1. Hipótesis General**

**H0:** El extracto liofilizado de *Z. officinale* no presenta efecto antimicrobiano sobre cepas de *Streptococcus mutans* (ATCC 25175). Lima - Perú 2023.

**H1:** El extracto liofilizado de *Z. officinale* presenta efecto antimicrobiano sobre cepas de *Streptococcus mutans* (ATCC 25175). Lima - Perú 2023.

## CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

### 3.1. Método de investigación

El estudio se enmarca dentro del método hipotético-deductivo, en el cual partimos de una observación previa sobre el efecto antimicrobiano del extracto liofilizado de *Zingiber officinale*, formulamos una hipótesis y deducimos predicciones específicas que luego fueron evaluadas experimentalmente en laboratorio. Asimismo, al ser un experimento in vitro, permitió manipular directamente la variable independiente (concentración del extracto) bajo condiciones controladas para confirmar la relación causal con la variable dependiente (halo de inhibición bacteriana) (33).

### 3.2. Enfoque investigativo

El diseño se basa en un enfoque cuantitativo, utilizando datos numéricos de los halos de inhibición para medir el efecto antimicrobiano. Este enfoque, según Hernández et al. (34), se basa en la lógica deductiva y en la comprobación empírica de hipótesis, garantizando precisión, objetividad y replicabilidad.

### 3.3. Tipo de investigación

Clasificado como aplicativo, ya que su finalidad es generar evidencia dura sobre el uso práctico del extracto liofilizado de *Z. officinale* con una clara aplicación potencial en el control bacteriano oral (35).

### 3.4. Diseño de la investigación

La presente investigación adoptó un diseño experimental in vitro, en el cual se manipuló intencionalmente la variable independiente las concentraciones del extracto liofilizado de *Zingiber*

*officinale* al 100%, 75%, 50% y 25% con el objetivo de analizar su efecto antimicrobiano sobre cepas de *Streptococcus mutans* (ATCC 25175). Este efecto, definido operativamente como la capacidad del extracto para generar halos de inhibición medidos en milímetros, fue evaluado mediante la técnica de difusión en disco según el protocolo de Kirby–Bauer. La variable dependiente, por tanto, estuvo representada por el tamaño de estos halos, clasificados según una escala valorativa que varía desde “nulo” (<8 mm) hasta “sumamente sensible” ( $\geq 20$  mm). Además, se incluyeron como covariables el tiempo de exposición del extracto (8, 24, 32 y 48 horas) y las concentraciones aplicadas, permitiendo un análisis multivariado que considera el efecto conjunto de ambas. Según Hernández y Mendoza (36), este tipo de diseño permite establecer relaciones causales bajo condiciones estrictamente controladas, garantizando así la validez interna del estudio.

Asimismo, el estudio adoptó el corte longitudinal, al realizar la medición de la variable dependiente en varios momentos. Esto se alinea con la definición, ya que en este tipo de cortes la información se registra en varios momentos, permitiendo una revisión más cercana del comportamiento de la variable (36). El diseño fue también prospectivo, ya que los datos fueron recabados desde el inicio de los procedimientos experimentales, siguiendo un plan previamente establecido y sin utilizar datos históricos o retrospectivos. De este modo, se garantizó un seguimiento sistemático y temporalmente organizado de los resultados (37).

Por último, se destaca que se trata de un estudio *in vitro*, es decir, realizado en condiciones de laboratorio. Este tipo de diseño permite un control preciso de las variables externas y garantiza la reproducibilidad y validez interna de los resultados (36).

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

#### **3.5.1. Población**

La población del estudio comprende el total de unidades de extracto liofilizado de *Zingiber officinale* obtenidas durante el proceso de liofilización. Para fines metodológicos, se estimó que se obtuvo 3 gramos del extracto seco, las cuales constituyen el universo completo de material disponible para los ensayos microbiológicos (34).

#### **3.5.2. Muestra**

La muestra analizada consistió en 112 placas de Petri, cada una inoculada con *Streptococcus mutans* ATCC 25175 y tratada con distintas concentraciones del extracto (25 %, 50 %, 75 % y 100%), además de los controles. Este tamaño permitió distribuir siete réplicas por tratamiento, manteniendo la replicabilidad deseada para las comparaciones entre grupos (35).

Se empleó un muestreo no probabilístico intencional, seleccionando las 112 placas bajo criterios técnicos definidos por calidad del inóculo, homogeneidad en la dosificación del extracto, y viabilidad bacteriana. Hernández y Mendoza (21) indican que este tipo de muestreo es apropiado en estudios experimentales con muestras reducidas, donde la elección de casos se basa en el juicio investigador y la pertinencia técnica del material, más que en la representatividad probabilística (36).

Estuvo conformada por un total de 112 repeticiones divididos en cuatro grupos experimentales: 28 repeticiones con distintas concentraciones del extracto (25 %, 50 %, 75 % y 100%), sobre cepas de *Streptococcus Mutans*.

Al ser un estudio in vitro la población y la muestra se consideró infinita, por lo que se determinó el tamaño de la muestra mediante la siguiente fórmula:

Fórmula:

Proporción ( $p$ ) = 85% = 0.85

Error ( $e$ ) = 5.5% = 0.055

Z (Nivel de confianza)  $\rightarrow$  90% = 1,65

$$n = \frac{z^2 \times p \times (1 - p)}{e^2}$$
$$n = \frac{1.652 \times 0.85 \times (1 - 0.85)}{0.055^2}$$
$$\mathbf{n = 112}$$

### 3.5.3. Criterios de inclusión y exclusión

#### a) Criterios de inclusión:

1. Microorganismos que formen parte habitual de la microflora oral.
2. Microorganismos vinculados con alguna enfermedad bucal.
3. Cepas de *Streptococcus mutans* cuya susceptibilidad antimicrobiana pueda medirse mediante zonas de inhibición.

#### b) Criterios de exclusión:

1. Microorganismos que presenten sensibilidad a factores externos no relacionados con los ensayos a realizar.
2. Microorganismos cuya obtención no sea factible para el investigador.
3. Cepas cuya importancia microbiológica no sea relevante para el ámbito odontológico.

### 3.6. Variables y operacionalización

Variable	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Escala de medición	Escala valorativa
Efecto antimicrobiano del extracto liofilizado de <i>Zingiber officinale</i> (jengibre) (V.principal)	Capacidad de generar halos inhibitorios del extracto de liofilizado de <i>Zingiber officinale</i> (jengibre)	No aplica	Método de discos de difusión por de halos de inhibición de Kirby-Bauer y col 1966	Cuantitativo Razón	1. nulo (-) < si ó igual a 8 mm 2. sensible = (+) de 9 a 14 mm 3. muy sensible = (++) de 15 a 19 mm 4. sumamente sensible = (+++) igual o superior a 20 mm.
Concentraciones del extracto liofilizado de <i>Zingiber officinale</i> (jengibre) (Covariable)	Concentraciones estándares utilizadas ampliamente en laboratorio para determinar efectividad de un agente	No aplica	Método de discos de difusión por de halos de inhibición de Kirby-Bauer y col 1966	Cuantitativo Razón	100% 75% 50% 25%
Tiempo de exposición del Extracto liofilizado de <i>Zingiber Officinale</i> (jengibre) (Covariable)	Tiempo transcurrido desde la exposición de extracto sobre las cepas de <i>Streptococcus mutans</i> (ATCC 25175)	No aplica	Tiempo transcurrido en horas	Cuantitativo Razón	8hrs 24hrs 32hrs 48hrs

### **3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.7.1. Técnica**

Se utilizó la técnica que fue la observación de la difusión en disco en agar, también conocida como método Kirby–Bauer, para evaluar el efecto antimicrobiano del extracto liofilizado de *Zingiber officinale* sobre *Streptococcus mutans* ATCC 25175. Inicialmente, las cepas fueron reactivadas y estandarizadas a una turbidez equivalente a la escala 0.5 de McFarland, aproximadamente  $1.5 \times 10^8$  UFC/mL, para garantizar una densidad bacteriana uniforme. A continuación, se sembró un "césped" bacteriano en placas con agar sangre, recorriendo uniformemente la superficie con un hisopo estéril según protocolo estandarizado (38).

Una vez seca la superficie, se aplicaron discos de papel filtro impregnados con el extracto en concentraciones del 25 %, 50 %, 75 % y 100 %, junto con discos control: gentamicina al 1.25 % (control positivo) y agua destilada (control negativo). Estas placas se incubaron a 37 °C durante 8, 24, 32 y 48 h. Durante este periodo, el antiséptico se difundió radialmente en el medio, inhibiendo el crecimiento bacteriano en zonas concéntricas alrededor de cada disco (38).

Transcurrida los tiempos de incubación, se reveló visualmente un halo claro alrededor de cada disco, reflejo del efecto antibacteriano. Solo se registraron halos bien definidos, claramente limitados por la ausencia de crecimiento bacteriano, evitando zonas confusas o con colonias aisladas (38).

#### **3.7.2. Descripción del instrumento**

Para el recojo de información se utilizó una ficha de recolección de datos; de esta forma, se cuantificó los halos de inhibición, por ello, se empleó un vernier digital (calibrador tipo Vernier),

que permite medir el diámetro de los halos con precisión hasta 0,01 mm. El procedimiento consistió en los siguientes pasos (38):

1. Se colocaron las placas inoculadas boca abajo sobre superficie negra no reflectante, iluminadas de forma difusa para reducir reflejos y observar claramente el borde del halo.
2. La medición se efectuó verticalmente, evitando errores por paralaje. Se leyó el diámetro total, incluyendo el disco, y el resultado se redondeó hacia arriba al milímetro siguiente.
3. En casos donde el halo se solapaba con discos adyacentes, se midió el radio desde el centro del disco hasta el borde claro, y el valor obtenido se duplicó para calcular el diámetro total.
4. Cada medición fue registrada inmediatamente en una hoja de recolección de datos, asegurando que tanto la medición como las condiciones de lectura fueran consistentes.

El uso del vernier digital garantiza alta precisión y reproducibilidad, lo cual es fundamental para comparar objetivamente el efecto del extracto bajo distintas concentraciones y controles.

#### **3.7.2.1. Elaboración del extracto liofilizado de *Zingiber officinale***

Para obtener el extracto de jengibre se empleó el método de extracción acelerada con solventes utilizando el equipo Dionex™ ASE 150. Se introdujeron 5 gramos de rizoma seco, mezclados con 2.5 gramos de tierra de diatomea, en una celda de acero inoxidable de 10 mL. El solvente empleado fue una mezcla de metanol y agua en proporción 80:50 (v/v). La extracción se efectuó a una presión de 1500 psi y una temperatura de 100 °C, durante 5 minutos, con tres ciclos estáticos, un enjuague equivalente al 66% del volumen y una purga de 160 segundos. El extracto

obtenido fue recolectado en un recipiente de 120 mL y luego concentrado mediante un rotavapor a 40 °C, finalizando el proceso con una liofilización. (39).

### **3.7.2.2. Procedimientos de los ensayos de actividad antibacteriana**

#### **Preparación de Agar Sangre**

El agar sangre es un medio de cultivo que permite el desarrollo de bacterias tanto Gram (+) y Gram (-), de una manera diferencial no selectiva.

La preparación del agar sangre comenzó con el pesaje preciso de cada uno de los ingredientes, utilizando una balanza digital de laboratorio. Los componentes se incorporaron gradualmente en 600 mL de agua destilada, respetando el siguiente orden: 4.56 g de extracto de levadura, 4.56 g de peptona, 4.56 g de extracto de carne, 3 g de cloruro de sodio y 7.2 g de agar-agar. Posteriormente, se agitó la mezcla hasta obtener una solución homogénea y libre de grumos. Todo el procedimiento se llevó a cabo dentro de una cámara de bioseguridad, utilizando materiales previamente esterilizados en autoclave a 121 °C y 15 lb de presión durante 20 minutos (40).

La solución obtenida se vertió en un matraz Erlenmeyer de 1000 mL, y posteriormente se añadió cuidadosamente sangre fresca recién extraída por un lateral, evitando salpicaduras. La cantidad de sangre incorporada correspondió al 5% u 8% del volumen total de la mezcla inicial. Luego, la solución fue agitada suavemente hasta lograr una mezcla homogénea. Aproximadamente 20 mL de esta preparación fueron distribuidos en placas Petri de 150 x 30 mm. Inmediatamente después se procedió al plaqueo y se dejó que el agar sangre solidificara durante 24 horas a temperatura ambiente (40).

### 3.7.2.3. Siembra de los microorganismos familia *Streptococcus* en agar sangre

El método de siembra microbiológica en agar sangre fue aplicado a microorganismos Gram positivos y negativos pertenecientes a la familia *Streptococcaceae*. La cepa utilizada en este estudio fue *Streptococcus mutans* (ATCC 25175), la cual fue proporcionada por la empresa GenLab del Perú SAC junto a sus respectivos certificados de análisis, garantizando así la fiabilidad de la siembra. Para activar la cepa, se utilizó un biotubo que contenía la bacteria liofilizada, el cual fue presionado ligeramente en su extremo superior con el fin de romper una ampolleta interna. Esto liberó la suspensión bacteriana en un medio acuoso, generando una solución adecuada para el cultivo (41).

Con ayuda de un hisopo estéril, se tomó una muestra de dicha suspensión y se inoculó en placas Petri de 150 x 30 mm que contenían medios de cultivo como agar TSA y agar nutritivo, empleando la técnica de siembra en césped. Luego de realizar la siembra, las placas fueron rotuladas e incubadas en una incubadora de laboratorio Auto-Flow UN-4950, a una temperatura constante de 37 °C durante un periodo de 24 horas. Tras la incubación, se obtuvo crecimiento bacteriano positivo en todos los medios empleados.

Posteriormente, se prepararon tubos de ensayo estériles con 2 a 5 mL de suero fisiológico utilizando una jeringa de 5 mL. El asa de siembra fue esterilizada exponiendo su punta al calor de un mechero Bunsen hasta que alcanzó una coloración rojiza, dejándola enfriar por 45 segundos antes de continuar con su uso en los procedimientos microbiológicos siguientes (41).

A partir de las placas con cultivo positivo de *Streptococcus mutans* previamente evaluadas por sensibilidad, se extrajo una única muestra superficial, descartando el asa de siembra al finalizar

el procedimiento. Para estandarizar el ensayo, se utilizó la escala de McFarland con el fin de estimar cualitativamente una concentración aproximada de  $10^8$  unidades formadoras de colonias (UFC) en todos los cultivos. Luego, se realizó la inoculación del microorganismo en placas con agar sangre mediante la técnica de siembra en césped, distribuyendo la suspensión bacteriana de forma uniforme con un hisopo estéril para favorecer un crecimiento masivo de colonias. Finalmente, las placas fueron rotuladas con el nombre de la cepa y la fecha de cultivo, e incubadas durante 24 horas a una temperatura constante de  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$  (41).

### **Actividad Antimicrobiana**

El trabajo experimental se realizó con diversas concentraciones provenientes del extracto liofilizado de jengibre (*Zingiber officinale*), fueron probadas de manera individual contra el *Streptococcus mutans* (ATCC 25175). La extracción de jengibre se realizó por el método de extracción acelerada de solventes (Extractor Acelerado de Solventes Dionex™ ASE 150).

#### **3.7.2.4. Dilución de extractos.**

El extracto liofilizado de *Zingiber officinale* (jengibre) fue disuelto en agua destilada para preparar diferentes concentraciones: 100%, 75%, 50% y 25%. La actividad antimicrobiana se evaluó mediante el método de difusión en discos, empleando una suspensión bacteriana con una concentración aproximada de  $10^8$  UFC/mL, la cual fue distribuida sobre placas con agar sangre. Se utilizaron discos de papel filtro estériles de 6 mm de diámetro, impregnados con cada una de las concentraciones del extracto de jengibre, y luego colocados sobre las placas previamente inoculadas con la cepa correspondiente. Como control positivo se utilizó un disco del mismo

tamaño con 20  $\mu$ L de gentamicina. La prueba fue realizada en cinco repeticiones con el fin de obtener un promedio del efecto antimicrobiano observado (41).

### **Aplicación de los discos**

- Todos los discos fueron colocados sobre el agar correspondiente mediante una pinza estéril y con la ayuda de una aguja estéril se realizó una leve presión sobre cada disco para constatar un contacto directo sobre la superficie del agar.
- Se colocaron los discos de papel a una distancia de 25mm separados de los otros.
- Los discos que son parte de la muestra fueron distribuidos a concentraciones de 100%, 75%, 50% y 25%. Los discos de control negativo estaban conformados por: agua, discos de control positivo: Gentamicina 1.25%.

### **Incubación**

Todas las placas Petri fueron incubadas en posición invertida a 35°C por un tiempo de 15 min. Luego de la aplicación de los discos, en distintos tiempos de 8, 24, 32 y 48 horas.

Transcurrido el tiempo determinado de incubación se procedió al análisis y medición de los halos de inhibición formados alrededor de cada disco.

#### **3.7.3. Validación**

El instrumento de medición fue utilizado en su versión original por Fernandes C, en el año de 2013 (42).

#### **3.7.4. Confiabilidad**

El instrumento de recolección de datos fue evaluado por un juicio de expertos Anexo 6.

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

El análisis estadístico se realizó con el software estadístico IBM SPSS (versión 25.0). Se aplicó la prueba ANOVA para identificar diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), donde se utilizó las pruebas multivariantes del Modelo de dos factores, con medidas repetidas en un solo factor para analizar el efecto antimicrobiano del extracto liofilizado de *Zingiber officinale* sobre cepas de *Streptococcus mutans* y la Prueba de Esfericidad de Mauchly para validar el análisis de las medidas repetidas (43).

### **3.9. Aspectos éticos**

El presente estudio se desarrolló bajo estándares rigurosos tanto de bioseguridad como de integridad científica, siguiendo los protocolos internacionales y nacionales vigentes para investigaciones con microorganismos. Se aplicaron todas las medidas de bioseguridad de tipo básico exigidas en laboratorios de microbiología, tales como el uso de cabinas de seguridad biológica clase II, técnicas de contención primaria y secundaria, así como desinfección y esterilización de superficies y materiales, conforme a los lineamientos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y manuales técnicos nacionales (44).

Asimismo, la investigación cumplió con las normas del Comité Institucional de Ética en Investigación (CIEI) del Instituto Nacional de Salud del Perú, que velan por la aplicación correcta de procedimientos éticos, la protección del personal y el bienestar comunitario. Si bien el estudio no involucró sujetos humanos ni animales, se consideraron aspectos éticos relevantes, como la responsabilidad y la transparencia del investigador, el manejo adecuado de residuos biológicos y

químicos, y el registro ordenado de los datos experimentales, conforme a las directrices éticas del ámbito biomédico peruano (44).

La metodología seleccionada, difusión de Kirby–Bauer, medición de halos, réplica y verificación de resultados, se eligió no solo por su adecuación técnica, sino también porque respeta los principios de ciencia responsable, precisión y reproducibilidad. El instrumento de recolección de datos fue una ficha diseñada ad hoc, revisada por expertos en microbiología para asegurar su validez y confiabilidad. El adecuado diseño y uso de este instrumento fueron fundamentales para alcanzar los objetivos propuestos y producir datos coherentes y verificables dentro del marco ético-científico establecido (44).

## CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

### 4.1. Resultados

La Tabla 1, presenta los estadísticos descriptivos correspondientes a los halos de inhibición del extracto liofilizado de *Zingiber officinale* sobre cepas de *Streptococcus mutans* por tratamiento a las 8, 24, 32 y 48 horas. Se encontró que tanto para un 100%, al 75% y al 50% de concentración, a medida que pasa el tiempo el promedio aumenta, mientras que cuando el porcentaje de concentración es del 25% el promedio se vuelve constante y sin variabilidad.

**Tabla 1.** Halos de inhibición promedios del extracto liofilizado de *Zingiber officinale* sobre cepas de *Streptococcus mutans* por tratamiento a las 8, 24, 32 y 48 horas.

Halo de Inhibición en mm	100%	75%	50%	25%
	(Media $\pm$ DE)	(Media $\pm$ DE)	(Media $\pm$ DE)	(Media $\pm$ DE)
A las 8 horas	9.29 (0.897)	8.39 (0.497)	6.00 (0.000)	6.00 (0.000)
A las 24 horas	14.07 (0.539)	10.93 (0.766)	9.04 (0.693)	6.00 (0.000)
A las 32 horas	15.07 (0.604)	12.43 (0.742)	11.11 (0.786)	6.00 (0.000)
A las 48 horas	15.46 (0.508)	12.79 (0.630)	11.25 (0.645)	6.00 (0.000)

**Fuente:** Elaboración propia

Los resultados presentados en la Tabla 1 evidencian que el extracto liofilizado de *Zingiber officinale* muestra un efecto inhibitorio sobre *Streptococcus mutans* que depende tanto de la concentración como del tiempo de incubación. Las concentraciones del 100 % y 75 % comenzaron a mostrar halos de inhibición a las 8 horas (9.29 mm y 8.39 mm, respectivamente), mientras que el 50 % solo alcanzó un efecto detectable más adelante y el 25 % no provocó inhibición alguna en

ningún momento (6 mm, equivalente al disco), un comportamiento clásico en pruebas de difusión en disco, donde el efecto se relaciona directamente con la dosis del agente antimicrobiano. A las 48 horas, se alcanzaron los valores máximos: 15.46 mm (100 %), 12.79 mm (75 %) y 11.25 mm (50 %). La estabilización del tamaño de los halos entre las 32 y 48 horas indica que el extracto ya había alcanzado su máxima difusibilidad y concentración crítica para inhibir el crecimiento bacteriano, un fenómeno estudiado en protocolos como Kirby–Bauer.

El hecho de que el 25 % no presente ningún efecto refuerza la idea de la existencia de un umbral mínimo efectivo, similar al concepto de Concentración Mínima Inhibitoria (MIC), donde concentraciones inferiores resultan insuficientes para inhibir a *S. mutans*. Así pues, el extracto demuestra una eficacia creciente con la concentración y el tiempo, mostrando claridad sobre los niveles efectivos (50 % en adelante) y los inefectivos (25 %). Este comportamiento es totalmente coherente con los principios del método de difusión en disco y refuerza tanto la validez del método como la actividad antimicrobiana del extracto de jengibre.

**Tabla 2.** Halos de inhibición promedios del extracto liofilizado de *Zingiber officinale* sobre cepas de *Streptococcus mutans* por tratamiento a las 8, 24, 32 y 48 horas

	Efecto	Valor	F	gl de hipótesis	gl de error	Sig.
<b>Tiempo</b>	Traza de Pillai	0.971	1199.340 <sup>b</sup>	3.000	106.000	0.000
	Lambda de Wilks	0.029	1199.340 <sup>b</sup>	3.000	106.000	0.000
	Traza de Hotelling	33.944	1199.340 <sup>b</sup>	3.000	106.000	0.000
	Raíz mayor de Roy	33.944	1199.340 <sup>b</sup>	3.000	106.000	0.000
<b>Tiempo</b> *						
<b>Tratamiento</b>	Traza de Pillai	1.335	28.848	9.000	324.000	0.000
	Lambda de Wilks	0.045	73.624	9.000	258.127	0.000
	Traza de Hotelling	12.960	150.720	9.000	314.000	0.000
	Raíz mayor de Roy	12.323	443.637 <sup>c</sup>	3.000	108.000	0.000

a. Diseño: Intersección + Tratamiento

Diseño intra-sujetos: Tiempo

b. Estadístico exacto

c. El estadístico es un límite superior en F que genera un límite inferior en el nivel de significación.

La Tabla 2 muestra los resultados de un análisis multivariado con medidas repetidas, evaluando dos aspectos: el efecto del tiempo y la interacción tiempo  $\times$  tratamiento sobre los halos de inhibición del extracto liofilizado de *Zingiber officinale* frente a *Streptococcus mutans*. Ambos efectos resultaron estadísticamente significativos ( $p = 0.000$ ), según las pruebas de Pillai, Wilks, Hotelling y Roy. Este hallazgo indica claramente que los diámetros de los halos cambiaron de manera significativa a lo largo del tiempo y que esta evolución varió según la concentración del extracto: no se trató de un crecimiento uniforme, sino condicionado por la dosis aplicada. Las estadísticas empleadas permiten evaluar simultáneamente múltiples medidas dependientes, siendo Wilks Lambda la medida más usada, mientras que Pillai es más robusta frente a violaciones de supuestos.

**Tabla 3.** Prueba de Esfericidad de Mauchly para el modelo de dos factores, con medidas repetidas en un solo factor.

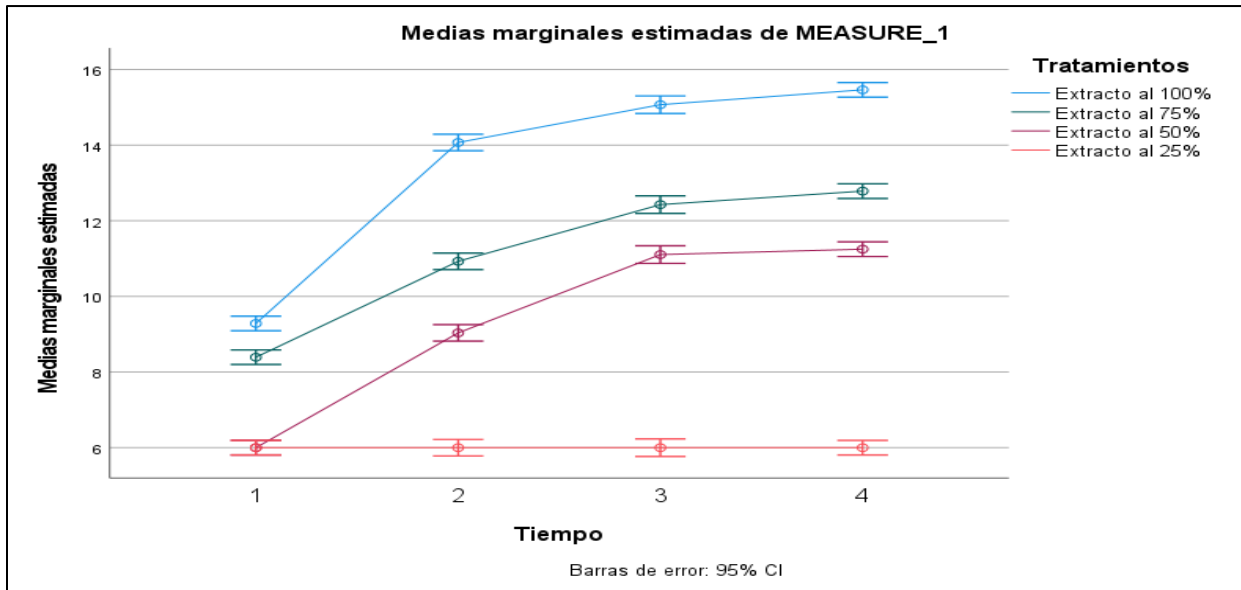
Efecto intra- sujetos	W	Aprox. de Chi- cuadrado	Gf	Sig.	Épsilon <sup>b</sup>		
					Greenhouse- Geisser	Huynh- Feldt	Límite inferior
Tiempo	0.707	36.939	5	0.000	0.850	0.896	0.333

**Fuente:** Elaboración propia

La prueba de esfericidad de Mauchly arrojó un nivel de significancia  $p = 0.000$ , lo cual implica que rechazamos la hipótesis nula de igualdad de varianzas entre los tiempos de medición; es decir, las diferencias entre los momentos de observación no presentan varianzas constantes. Desde el marco de las hipótesis de la investigación, este resultado refuerza el rechazo de la hipótesis nula, que afirmaba que el extracto liofilizado de *Zingiber officinale* no tenía efecto antimicrobiano, y respalda la hipótesis general, la cual propone un efecto antimicrobiano significativo. El nivel de significancia  $p < 0.001$  indica que la probabilidad de observar estas

variaciones en los halos si realmente no existiera efecto del extracto es prácticamente nula, proporcionando una fuerte evidencia estadística en favor de un efecto real y significativo del tratamiento.

**Gráfico 1.** Medias marginales estimadas del extracto liofilizado de *Zingiber officinale* sobre cepas de *Streptococcus mutans* por tratamiento a las 8, 24, 32 y 48 horas.



Fuente: Elaboración propia

### Tratamiento al 100% de concentración

La **Tabla 4** presenta el resultado de la prueba de Esfericidad de Mauchly. Dado que el nivel de significancia asociado al estadístico W de Mauchly es mayor a 0.05 ( $p = 0.072$ ) podemos afirmar que existe esfericidad (Matrices de covarianza iguales) por lo que para verificar si existe efecto del factor (Tiempo) sobre cepas de *Streptococcus mutans* a las 8, 24, 32 y 48 horas se puede utilizar las pruebas inter sujetos.

**Tabla 4.** Prueba de Esfericidad de Mauchly para el modelo de medidas repetidas, al 100% de concentración de extracto liofilizado de *Zingiber officinale* sobre cepas de *Streptococcus mutans* por tratamiento a las 8, 24, 32 y 48 horas.

Efecto	Aprox.	Épsilon <sup>b</sup>					
intra- sujetos	W Mauchly	de Chi- cuadrado	gl	Sig.	Greenhouse- Geisser	Huynh- Feldt	Límite inferior
Tiempo	0.675	10.120	5	0.072	0.786	0.866	0.333

**Fuente:** Elaboración propia

La **Tabla 5** presenta el resultado de las pruebas intra sujetos. Aquí observamos que todas las pruebas: la de esfericidad asumida, Greenhouse-Geisser, Huynh-Feldt; así como, la de Límite inferior, indican que existe un efecto significativo del tiempo. Concluyendo que el efecto al 100% de concentración de extracto liofilizado de *Zingiber officinale* sobre cepas de *Streptococcus mutans* es diferente a las 8, 24, 32 y 48 horas.

**Tabla 5.** Prueba de efectos intra sujetos para el modelo de medidas repetidas al 100% de concentración de extracto liofilizado de *Zingiber officinale* sobre cepas de *Streptococcus mutans* por tratamiento a las 8, 24, 32 y 48 horas.

Origen		Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Tiempo</b>	<b>Esfericidad asumida</b>	683.527	3	227.842	600.693	0.000
	<b>Greenhouse- Geisser</b>	683.527	2.357	290.035	600.693	0.000
	<b>Huynh-Feldt</b>	683.527	2.597	263.243	600.693	0.000
	<b>Límite inferior</b>	683.527	1.000	683.527	600.693	0.000
<b>Error (Tiempo)</b>	<b>Esfericidad asumida</b>	30.723	81	0.379		
	<b>Greenhouse- Geisser</b>	30.723	63.631	0.483		
	<b>Huynh-Feldt</b>	30.723	70.107	0.438		
	<b>Límite inferior</b>	30.723	27.000	1.138		

**Fuente:** Elaboración propia

Para identificar en qué tiempos se evidencia el efecto del extracto liofilizado de *Zingiber officinale* al 100% de concentración sobre cepas de *Streptococcus mutans* se aplicaron las pruebas

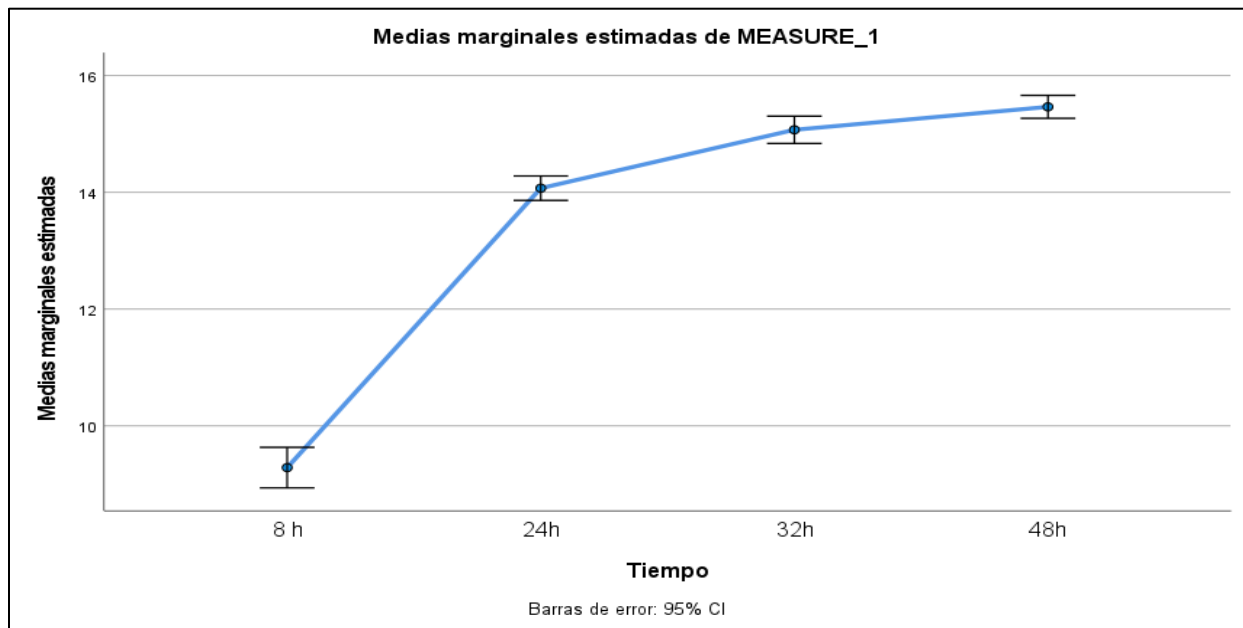
de comparaciones por pareja que se presentan en la **Tabla 6**. Se observó que existe evidencia estadísticamente significativa a medida que aumentaba el tiempo, donde el efecto fue mayor.

**Tabla 6.** Comparaciones por pareja (Pruebas post hoc)

(I) Tiempo		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig. <sup>b</sup>	95% de intervalo de confianza para diferencia	
					Límite inferior	Límite superior
8 horas	24 horas	-4.786*	0.195	0.000	-5.341	-4.231
	32 horas	-5.786*	0.195	0.000	-6.341	-5.231
	48 horas	-6.179*	0.186	0.000	-6.708	-5.650
24 horas	32 horas	-1.000*	0.136	0.000	-1.387	-0.613
	48 horas	-1.393*	0.139	0.000	-1.790	-0.996
32 horas	48 horas	-.393*	0.119	0.016	-0.731	-0.055

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico 2.** Medias marginales estimadas del extracto liofilizado de *Zingiber officinale* al 100% sobre cepas de *Streptococcus mutans* por tratamiento a las 8, 24, 32 y 48 horas.



**Fuente:** Elaboración propia

## Tratamiento al 75% de concentración

La **Tabla 7** presenta el resultado de la prueba de Esfericidad de Mauchly. Dado que el nivel de significancia asociado al estadístico W de Mauchly es mayor a 0.05 ( $p = 0.138$ ), se puede afirmar que existe esfericidad (Matrices de covarianza iguales); por lo que para verificar si existe efecto del factor (Tiempo) sobre cepas de *Streptococcus mutans* a las 8, 24, 32 y 48 horas se puede utilizar las pruebas inter sujetos.

**Tabla 7.** Prueba de Esfericidad de Mauchly para el modelo de medidas repetidas, al 75% de concentración de extracto liofilizado de *Zingiber officinale* sobre cepas de *Streptococcus mutans* por tratamiento a las 8, 24, 32 y 48 horas.

Efecto intra- sujetos	W Mauchly	Aprox. de Chi- cuadrado	gl	Sig.	Épsilon <sup>b</sup>		
					Greenhouse- Geisser	Huynh- Feldt	Límite inferior
Tiempo	0.723	8.356	5	0.138	0.843	0.937	0.333

**Fuente:** Elaboración propia

La **Tabla 8** presenta el resultado de las pruebas intra sujetos. Se observó que todas las pruebas: esfericidad asumida, Greenhouse-Geisser, Huynh-Feldt; así como la de Límite inferior, indicaron que existe un efecto significativo del tiempo ( $p = 0.000$ ). Se concluyó que el efecto al 75% de concentración de extracto liofilizado de *Zingiber officinale* sobre cepas de *Streptococcus mutans* es diferente a las 8, 24, 32 y 48 horas.

**Tabla 8.** Prueba de efectos intra sujetos para el modelo de medidas repetidas al 75% de concentración de extracto liofilizado de *Zingiber officinale* sobre cepas de *Streptococcus mutans* por tratamiento a las 8, 24, 32 y 48 horas.

Origen		Tipo III de suma de cuadrados	de gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tiempo	Esfericidad asumida	334.884	3	111.628	336.553	0.000
	Greenhouse-Geisser	334.884	2.528	132.495	336.553	0.000
	Huynh-Feldt	334.884	2.810	119.171	336.553	0.000
	Límite inferior	334.884	1.000	334.884	336.553	0.000
Error (Tiempo)	Esfericidad asumida	26.866	81	0.332		
	Greenhouse-Geisser	26.866	68.243	0.394		
	Huynh-Feldt	26.866	75.873	0.354		
	Límite inferior	26.866	27.000	0.995		

Fuente: Elaboración propia

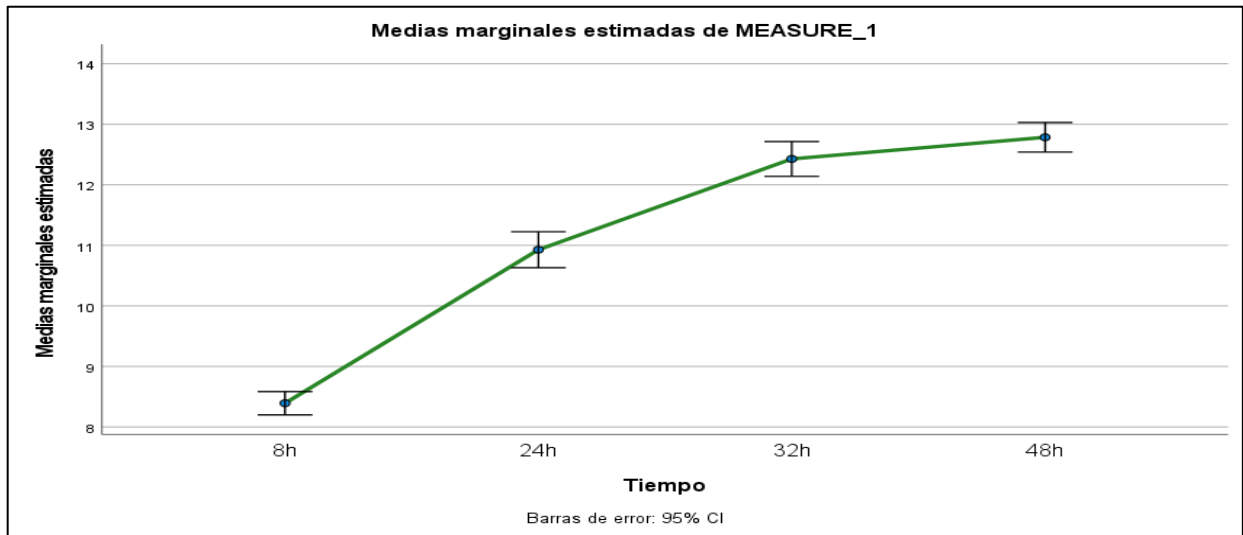
Para identificar en qué tiempo se evidencia el efecto extracto liofilizado de *Zingiber officinale* al 75% de concentración sobre cepas de *Streptococcus mutans*, se aplicaron las pruebas de comparaciones por pareja que se presentan en la **Tabla 9**. Se observó que existe evidencia estadísticamente significativa a medida que aumenta el tiempo, donde el efecto fue mayor.

**Tabla 9.** Comparaciones por pareja (Pruebas post hoc)

(I) Tiempo		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig. <sup>b</sup>	95% de intervalo de confianza para diferencia <sup>b</sup>	
					Límite inferior	Límite superior
8 horas	24 horas	-2.536*	0.150	0.000	-2.962	-2.109
	32 horas	-4.036*	0.174	0.000	-4.532	-3.540
	48 horas	-4.393*	0.139	0.000	-4.790	-3.996
24 horas	32 horas	-1.500*	0.174	0.000	-1.997	-1.003
	48 horas	-1.857*	0.160	0.000	-2.314	-1.401
32 horas	48 horas	-357*	0.117	0.031	-0.692	-0.023

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 3.** Medias marginales estimadas del extracto liofilizado de *Zingiber officinale* al 75% sobre cepas de *Streptococcus mutans* por tratamiento a las 8, 24, 32 y 48 horas.



**Fuente:** Elaboración propia

### Tratamiento al 50% de concentración

La **Tabla 10** presenta el resultado de la prueba de Esfericidad de Mauchly. Dado que el nivel de significancia asociado al estadístico W de Mauchly no es mayor a 0.05 ( $p = 0.000$ ), se afirmó que no existe esfericidad (Matrices de covarianza iguales) por lo que para verificar si existe efecto del factor (Tiempo) sobre cepas de *Streptococcus mutans* a las 8, 24, 32 y 48 horas se utilizaron las pruebas multivariantes.

**Tabla 10.** Prueba de Esfericidad de Mauchly para el modelo de medidas repetidas, al 50% de concentración de extracto liofilizado de *Zingiber officinale* sobre cepas de *Streptococcus mutans* por tratamiento a las 8, 24, 32 y 48 horas

Efecto	Aprox. de Chi-cuadrado	Sig.	Épsilon <sup>b</sup>				
			Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Límite inferior		
intra-sujetos Tiempo	W 0.355	26.653	5	0.000	0.699	0.759	0.333

**Fuente:** Elaboración propia

La **Tabla 11** presenta el resultado de las pruebas multivariantes. Se observaron que todas las pruebas: la Traza de Pillai, la prueba del Lambda de Wilks, La traza de Hotelling y la prueba Raíz mayor de Roy; indican que existe un efecto significativo del tiempo ( $p = 0.000$ ). Concluyendo que el efecto al 50% de concentración de extracto liofilizado de *Zingiber officinale* sobre cepas de *Streptococcus mutans* es diferente a las 8, 24, 32 y 48 horas.

**Tabla 11.** Prueba de efectos intra sujetos para el modelo de medidas repetidas al 50% de concentración de extracto liofilizado de *Zingiber officinale* sobre cepas de *Streptococcus mutans* por tratamiento a las 8, 24, 32 y 48 horas.

Efecto	Valor	F	gl de hipótesis	gl de error	Sig.	
Tiempo	Traza de Pillai	0.987	654.390 <sup>b</sup>	3.000	25.000	0.000
	Lambda de Wilks	0.013	654.390 <sup>b</sup>	3.000	25.000	0.000
	Traza de Hotelling	78.527	654.390 <sup>b</sup>	3.000	25.000	0.000
	Raíz mayor de Roy	78.527	654.390 <sup>b</sup>	3.000	25.000	0.000

**Fuente:** Elaboración propia

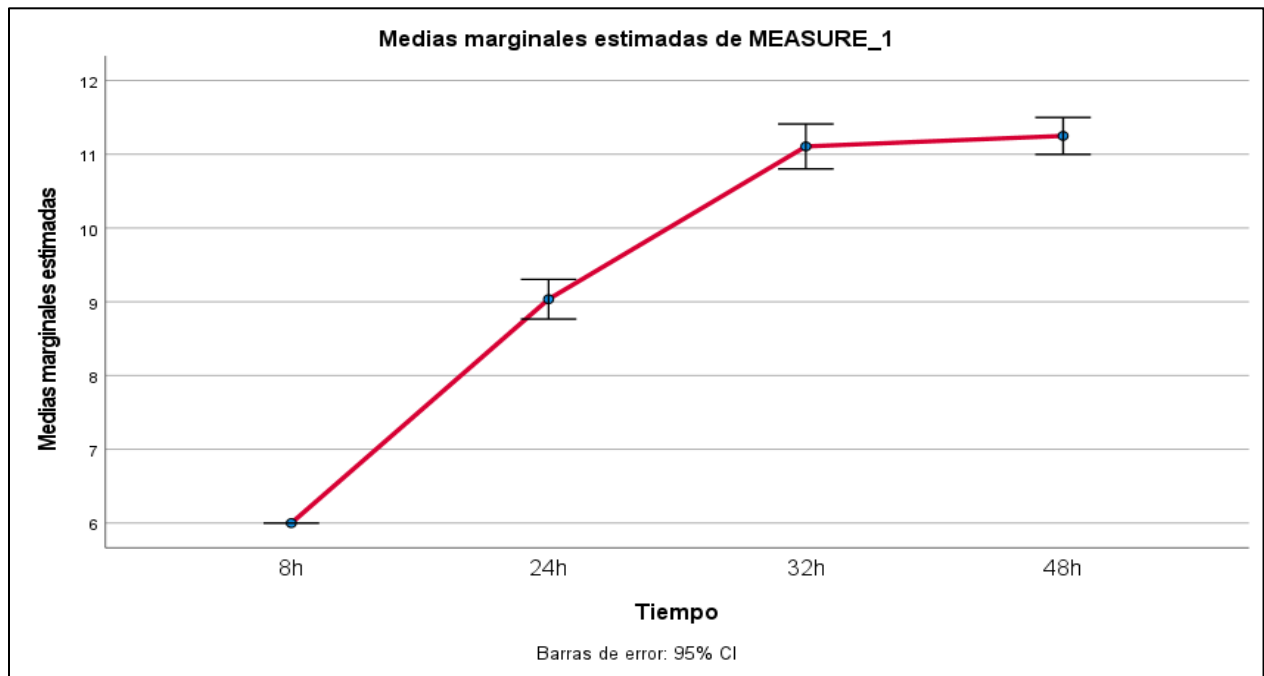
Para identificar en qué tiempo se evidencia efecto extracto liofilizado de *Zingiber officinale* al 50% de concentración sobre cepas de *Streptococcus mutans* se aplicaron las pruebas de comparaciones por pareja que se presentan en la **Tabla 12**. Se observó que existe evidencia estadísticamente significativa a medida que aumenta el tiempo, donde el efecto fue mayor.

**Tabla 12.** Comparaciones por pareja (Pruebas post hoc)

(I) Tiempo		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig. <sup>b</sup>	95% de intervalo de confianza para diferencia <sup>b</sup>	
					Límite inferior	Límite superior
8 horas	24 horas	3.036*	0.131	0.000	-3.409	-2.663
	32 horas	-5.107*	0.149	0.000	-5.530	-4.684
	48 horas	-5.250*	0.122	0.000	-5.597	-4.903
24 horas	32 horas	-2.071*	0.154	0.000	-2.509	-1.634
	48 horas	-2.214*	0.149	0.000	-2.638	-1.791
32 horas	48 horas	-0.143	0.067	0.259	-0.335	0.049

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 4.** Medias marginales estimadas del extracto liofilizado de *Zingiber officinale* al 50% sobre cepas de *Streptococcus mutans* por tratamiento a las 8, 24, 32 y 48 horas.



Fuente: Elaboración propia

### **Tratamiento al 25% de concentración.**

En el modelo de medidas repetidas al 25% de concentración de extracto liofilizado de *Zingiber officinale* sobre cepas de *Streptococcus mutans* por tratamiento a las 8, 24, 32 y 48 horas no se observó variabilidad. En este contexto, no se pudo aplicar ningún modelo de la prueba de ANOVA.

#### 4.1.2. Discusión

El *Streptococcus mutans*, miembro de los *Streptococcus viridans*, es el principal agente etiológico que causa la caries dental. (20) Para reducir la carga bacteriana en la cavidad oral, actualmente se continúa prescribiendo el uso de agentes químicos y antibióticos que presentan efecto anticariogénico; sin embargo, se ha reportado que estos compuestos producen cambios en la flora oral e intestinal, y su uso regular puede resultar una resistencia a los antibióticos. (20, 2, 23,11)

Por muchos años se han utilizado las plantas medicinales como alternativa para el tratamiento de diversas dolencias incluyendo las originadas por bacterias como el *S. mutans*. Según la Organización Mundial de la Salud, la mayoría de la población humana depende de las plantas medicinales para el tratamiento de enfermedades y el mantenimiento de la salud. (20,37)

La presente investigación evaluó el efecto antimicrobiano del extracto liofilizado de *Zingiber officinale* sobre cepas de *Streptococcus mutans*, donde el jengibre mostró zonas de inhibición en todas las concentraciones durante las 48 horas de exposición; demostrando su actividad antimicrobiana al igual que diversos estudios previos. (14-17, 11,12)

Las zonas de halos de inhibición en esta investigación en concentraciones de 100%, 75% y 50% aumentaban a medida que pasaba el tiempo, mientras que la concentración de 25% el promedio fue constante y sin variabilidad. El trabajo realizado por Mango R, (19) encontró efecto inhibitorio sobre el *S. mutans* al 25%,75% y 100% con un diámetro de los halos de inhibición de 10.82mm, 12.66mm y 13.93mm respectivamente. Mientras que este estudio obtuvo mayores zonas de halos de inhibición después de 48h de 6mm, 11.25mm, 12.79 mm y 15.46 mm al 25%, 50%,

75% y 100% de *Zingiber officinale*; sin embargo, no fueron mayores a los halos de inhibición reportado por Orbegoso, (16) de 17,435 mm de diámetro.

Los diferentes resultados podrían deberse a la metodología aplicada por cada investigador, Por ejemplo, Mango R, aplicó el método de Kirby Bauer; mientras que este estudio utilizó la técnica de difusión de discos al igual que Mathai et al. (12)

El uso de plantas medicinales como el ajo, el limón, la miel y el jengibre, también han demostrado efectividad antimicrobiana. Un estudio que analizó estos insumos determinó que el ajo presentó halos de inhibición de  $34,9 \pm 0,58$  mm, siendo superior a lo que se reportó en este estudio. Inclusive la combinación del ajo y el limón demostró halos de inhibición de hasta  $27,6 \pm 0,43$ mm. (12) Esto tendría relación con el sinergismo de ambas plantas, que se repotencian una de la otra produciendo una mejor efectividad frente a cierto tipo de bacterias. Otra planta como el sauco, también ha sido reportada; observándose una eficacia antibacteriana superior frente al *S. mutans* en concentraciones de 75% en 24 horas de exposición. (17) A diferencia de esta investigación, donde a la concentración de 75% fue menor.

El efecto antimicrobiano del *Zingiber officinale* en la presente investigación se debió, en parte, al extracto liofilizado utilizado como disolvente metanol-agua, que permitió potenciar su acción antimicrobiana; así como también lo reportó Babaeekhou L, (14) quien utilizó el metanol como diluyente; mientras que Dávila E, (12) identificó menor acción antimicrobiana en la presentación de aceite esencial a diferencia del extracto de etanol de *Z officinale*. Por su parte, Babaeekhou L, (14) demostraron que los extractos de metanol y acetato de etilo tuvieron mayor actividad antibacteriana contra *S. mutans* y *S. sobrinus*. Sería ventajoso estandarizar los métodos

de extracción y pruebas *in vitro* para que la búsqueda sea más sistemática y se facilite la interpretación de los resultados.

Los resultados del presente estudio respaldan el uso del *Zingiber officinale* frente a cepas de *S. mutans* y se sugiere que el extracto de la planta posee ciertos componentes con propiedades antimicrobianas que pueden usarse como agentes antimicrobianos en nuevos medicamentos para la terapia de caries dental.

## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

1. Se concluye que el extracto liofilizado de *Zingiber officinale* mostró efecto antimicrobiano in vitro frente a cepas de *Streptococcus mutans* (ATCC 25175), evidenciado por la formación de halos de inhibición en concentraciones del 50%, 75% y 100%, lo cual confirma su potencial como agente terapéutico natural en el ámbito odontológico.
2. A una concentración del 100%, el extracto presentó una acción antibacteriana significativamente mayor conforme aumentó el tiempo de exposición (8, 24, 32 y 48 horas), alcanzando un halo promedio de 15.46 mm a las 48 horas, clasificado como “sumamente sensible”, lo que demuestra su eficacia sostenida y dependiente del tiempo.
3. La concentración del 75% también evidenció actividad antimicrobiana progresiva con el tiempo, alcanzando un halo promedio de 12.79 mm a las 48 horas, lo que sugiere que esta dilución mantiene una efectividad clínicamente relevante, aunque menor que la del 100%.
4. En el caso del 50%, si bien se observó efecto antimicrobiano, este fue moderado, alcanzando un halo de 11.25 mm a las 48 horas, clasificado como “sensible”. Esto indica que la eficacia del extracto se reduce proporcionalmente con la concentración, pero aún se mantiene por encima del umbral mínimo de inhibición.
5. La concentración al 25% no presentó variabilidad en ninguno de los tiempos evaluados, manteniéndose constante con un halo de 6 mm (equivalente al diámetro del disco), lo cual indica ausencia de efecto antimicrobiano y sugiere que esta dilución está por debajo del umbral mínimo efectivo frente a S.

## 5.2. Recomendaciones

1. Se recomienda complementar estos hallazgos con ensayos de Concentración Mínima Inhibitoria (MIC) y Mínima Bactericida (MBC) mediante microdilución. Esto permitirá cuantificar el efecto antimicrobiano de manera más precisa y comparar los resultados con estudios previos que han encontrado MIC del orden de decenas de  $\mu\text{g/mL}$  para *S. mutans*.
2. Es recomendable prolongar el seguimiento del efecto antimicrobiano más allá de las 48 horas, evaluándolo a las 72 y 96 horas, a fin de conocer si el halo de inhibición se mantiene, crece o declina con el tiempo, lo que aportaría información sobre la persistencia y estabilidad del efecto del extracto.
3. Conviene estudiar concentraciones intermedias entre el 75 % y el 100 % (por ejemplo, 85 % o 90 %) para determinar la dosis mínima efectiva que combina buena actividad antibacteriana con un uso más eficiente del extracto, con el fin de optimizar recursos en futuros ensayos.
4. Dado que *S. mutans* forma biofilm, es aconsejable realizar ensayos específicos para evaluar si el extracto al 50 % puede inhibir su adhesión o crecimiento en matriz biofilm. Esto se puede realizar usando placas de 96 pocillos, una metodología habitual en estudios de microbiofilms.
5. Sobre la base de esta falta de variación, se aconseja omitir esta concentración en futuras pruebas como tratamiento, reservándola únicamente para controles. En su lugar, deben explorarse niveles superiores hasta alcanzar la primera concentración que evidencie un efecto antimicrobiano, lo cual facilitará la identificación del umbral mínimo eficaz.

## REFERENCIAS

1. Islam B, Khan S, Khan A. Dental caries: From infection to prevention. *Med Sci Monit.* 2007;13(11):196-203. Obtenido de: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17968308/>
2. Loesche W. Role of *Streptococcus mutans* in human dental decay. *Microbiol Rev.* 1986;50(4):353-380. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3540569/>
3. Rathod S, Gaddad S, Shivannavar C. Minimum inhibitory concentration spectrum of the *S. mutans* isolates in relation to dental caries. *World J Sci Tech.* 2012;3(6):21-25. Disponible en: <https://www.ijcmas.com/vol-3-6/Essam%20F.%20A.%20Al-Jumaily,%20et%20al.pdf>
4. Emilson C. Potential efficacy of chlorhexidine against *mutans streptococci* and human dental caries. *J Dent Res.* 1994;73(3):682-691. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8163738/>
5. Parekh J, Chanda S. In vitro antibacterial activity of crude methanol extract of *Woodfordia fruticosa* Kurz flower (Lythaceae). *Braz J Microbiol.* 2007; 38(2):204-207. Obtenido de: <https://www.scielo.br/j/bjm/a/SDxhMwjPJfG8KwjTRj8Zwbh/>
6. Palombo E. Traditional Medicinal Plant Extracts and Natural Products with Activity against Oral Bacteria: Potential Application in the Prevention and Treatment of Oral Diseases. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2011; 680354. Obtenido de: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3145422/>
7. Mao Q, Xu X, Cao S, Gan R, Corke H, *et al.* Bioactive Compounds and Bioactivities of Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Foods.* 2019;8(6),185. Obtenido de: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31151279/>

8. Nile S, Park S. Chromatographic analysis, antioxidant, anti-inflammatory, and xanthine oxidase inhibitory activities of ginger extracts and its reference compounds. *Ind Crop Prod.* 2015; 70(1): 238–244. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926669015002228?via%3Dihub>
  
9. Badreldin A, Blunden G, Tanira M, Nemmar A. Some phytochemical, pharmacological and toxicological properties of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe): a review of recent research. *Food Chem Toxicol.* 2008;46(2): 409-420. Obtenido de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0278691507004243>
  
10. Munera S, y Triana S. EFECTO ANTIMICROBIANO DEL EXTRACTO DE LA FLOR Y EL FRUTO DE *Sambucus peruviana* (Sauco) SOBRE *Streptococcus mutans*. ESTUDIO IN VITRO.2024. Obtenido de: <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/8c8c956f-a494-43b5-99c2-60110a29bafc/content>
  
11. Ahmed N, Karobari M, Yousaf A, Mohamed R, Arshad S, Basheer S, Peeran S, *et al.* The Antimicrobial Efficacy Against Selective Oral Microbes, Antioxidant Activity and Preliminary Phytochemical Screening of *Zingiber officinale*. *Infect Drug Resist.* 2022;15,2773-2785
  
12. Mathai K, Anand S, Aravind A, Dinatius P, *Krishnan AV*, Mathai M. Antimicrobial Effect of Ginger, Garlic, Honey, and Lemon Extracts on *Streptococcus mutans*. *J Contemp Dent Pract.* 2017;18(11),1004-1008. Obtenido de: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29109311/>

13. Krklec S. Evaluación de la actividad antimicrobiana del aceite esencial del kion (*zingiber officinale*) sobre cepas de *streptococcus* causantes de linfadenitis en cuyes (*cavia porcellus*). [Tesis para optar el grado de Bachiller]. Lima: Universidad Científica del sur; 2021. Obtenido de: <https://doi.org/10.20453/stv.v10i1.4236>
14. Babaeekhou L, Ghane M. Antimicrobial activity of ginger on cariogenic bacteria: molecular networking and molecular docking analyses. *J Biomol Struct Dyn*. 2021;39(6),2164-2175. Obtenido de: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32189576/>
15. Brito D. EFECTO ANTIMICROBIANO DEL EXTRACTO DE EXTRATO ETANÓLICO DEL *Zingiber officinale* “JENGIBRE” SOBRE *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. ESTUDIO IN VITRO. 2023. Obtenido de: [https://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/618/1/T\\_Brito%20Soto\\_TM\\_2024.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/618/1/T_Brito%20Soto_TM_2024.pdf?utm_source=chatgpt.com)
16. Tello H. Efecto antimicrobiano in vitro del extracto de *Zingiber officinale* (jengibre) sobre las bacterias periodontopatógenas, 2021. [Tesis para optar el grado de Cirujano Dentista]. Huancayo: Universidad Continental; 2023. Disponible en: [https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/13166/2/IV\\_FCS\\_503\\_T\\_E\\_Tello\\_Salas\\_2023.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/13166/2/IV_FCS_503_T_E_Tello_Salas_2023.pdf)
17. Díaz O. Efecto antibacteriano de los extractos hidroetanólicos de Rizoma de *Zingiber officinale* (jengibre) y hojas de *Sambucus peruviana* (SAUCO) para optar el título de Cirujano Dentista]. Trujillo: Universidad Católica Los Ángeles Chimbote; 2022. Obtenido de: [https://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13032/31535/EXTRACTO\\_HIDROETANOLICO\\_DIAZ\\_SANCHEZ\\_OLENKA.pdf?sequence=1](https://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13032/31535/EXTRACTO_HIDROETANOLICO_DIAZ_SANCHEZ_OLENKA.pdf?sequence=1)

18. Orbegoso B. Efecto antibacteriano in vitro del extracto etanólico de *Zingiber officinale* (kion) frente a la clorhexidina al 2% sobre cepas de *Streptococcus Mutans* Atcc 25175, TRUJILLO, AÑO 2019. Obtenido de: [https://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13032/23793/CLORHEXIDINA\\_EFECTO\\_ANTIBACTERIANO\\_ORBEGOSO\\_GONZALES\\_BRENDA\\_ANTUANNETH.pdf?sequence=1](https://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13032/23793/CLORHEXIDINA_EFECTO_ANTIBACTERIANO_ORBEGOSO_GONZALES_BRENDA_ANTUANNETH.pdf?sequence=1)
19. Mango R. Efecto inhibitorio *in vitro* del extracto de *Zingiber officinale* (jengibre) al 25%, 75% y 100% sobre el *Streptococcus mutans*. UNA-Puno, 2019. [Tesis para optar el grado de Bachiller]. Puno: Universidad Nacional del Altiplano del Perú; 2019. Disponible en: [https://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/11971/Mango\\_Viza\\_R%c3%b3mulo\\_Wilfredo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/11971/Mango_Viza_R%c3%b3mulo_Wilfredo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
20. Azizi A, Aghayan S, Zaker S, Shakeri M, Entezari N, Lawaf S. In Vitro Effect of *Zingiber officinale* Extract on Growth of *Streptococcus mutans* and *Streptococcus sanguinis*. *Int J Dent.* 2015;2015,489842. Obtenido de: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26347778/>
21. Ho S, Chang K, Lin C. Anti-neuroinflammatory capacity of fresh ginger is attributed mainly to 10-gingerol. *Food Chem.* 2013;141(3): 3183–3191. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23871076/>
22. Lemos J, Palmer S, Zeng L, *et al.* The Biology of *Streptococcus mutans*. *Microbiol Spectr.* 2019;7(1):10. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6615571/>
23. Acevedo A, Montero M, Machado C, Sáenz I, Rojas-Sánchez F, Kleinberg I. Dental caries experience in school children and the impact of non-cavitated lesions on the caries

- index. Acta odontológ latinoam. 2013;26(1),8–14. Obtenido de:  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24294818/>
24. Loesche W. Role of *Streptococcus mutans* in human dental decay. Microbiol Rev. 1986;50(4): 353-380. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3540569/>
  25. Walstab J, Krueger D, Stark T, Hofmann T, Demir I, Ceyhan G, Feistel B, *et al.* Ginger and its pungent constituents non-competitively inhibit activation of human recombinant and native 5-HT<sub>3</sub> receptors of enteric neurons. Neurogastroent Motil. 2013;25(5):439–447. Obtenido de: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23490018/>
  26. Featherstone J. Remineralization, the natural caries repair process-the need for new approaches. Adv Dent Res. 2009;21(1):4–7. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19717404/>
  27. Featherstone J. Prevention and reversal of dental caries: role of low-level fluoride. Community Dent Oral Epidemiol. 1999;27(1),31–40. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10086924/>
  28. Ribeiro D, Bazo A, da Silva Franchi C, Marques M, Salvadori D. Chlorohexidine induces DNA damage in rat peripheral leukocytes and oral mucosal cells. J Periodontal Res. 2004;39(5):358–61. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15324357/>
  29. Hasan S, Danishuddin M, Khan A. Inhibitory effect of zingiber officinale towards *Streptococcus mutans* virulence and caries development: *in vitro* and *in vivo* studies. BMC Microbiol. 2015;15(1): 1. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25591663/>

30. Parekh J, Chanda S. In vitro antibacterial activity of crude methanol extract of *Woodfordia fruticosa* Kurz flower (Lythaceae). *Braz J Microbiol.* 2007; 38(2):204-207. Obtenido de: <https://www.scielo.br/j/bjm/a/SDxhMwjPJfG8KwjTRj8Zwbh/>
31. Citronberg J, Bostick R, Ahearn T, Turgeon D, Ruffin M, Djuric Z, *et al.* Effects of ginger supplementation on cell-cycle biomarkers in the normal-appearing colonic mucosa of patients at increased risk for colorectal cancer: Results from a pilot, randomized, and controlled trial. *Cancer Prev. Res.* 2013;6(4):271–281. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23303903/>
32. Citronberg J, Bostick R, Ahearn T, Turgeon D, Ruffin M, Djuric Z, *et al.* Effects of ginger supplementation on cell-cycle biomarkers in the normal-appearing colonic mucosa of patients at increased risk for colorectal cancer: Results from a pilot, randomized, and controlled trial. *Cancer Prev. Res.* 2013;6,271–281
33. Bernal C. *Metodología de la Investigación.* Tercera ed. Bogotá: Pearson; 2010. Disponible en: [https://www.academia.edu/44228601/Metodologia\\_De\\_La\\_Investigaci%C3%B3n\\_Bernal\\_4ta\\_edicion](https://www.academia.edu/44228601/Metodologia_De_La_Investigaci%C3%B3n_Bernal_4ta_edicion)
34. Hernández R. Fernández C. Baptista P. *Metodología de la investigación Científica.* Bogotá: McGraw Hill.; 2014. Disponible en: [https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/Metodologia-de-la-Investigaci%C3%83%C2%B3n\\_Sampieri.pdf](https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/Metodologia-de-la-Investigaci%C3%83%C2%B3n_Sampieri.pdf)
35. Pino R. *Metodología de la Investigación.* En Pino R. *Metodología de la Investigación.* Lima: San Marcos; 2018. p. 194

36. Fernández R. y Mendoza C. Metodología de la Investigación. <https://centrohumanista.edu.mx/biblioteca/files/original/5121ad6aa80b501a60abcb26790c7762.pdf>
37. Martínez H. Metodología de investigación. Primera edición ed. México D.F.: Cengage Learning; 2012. [Consultado 08 de 08 de 2023]. Disponible en: [https://issuu.com/cengagelatam/docs/metodologi\\_a\\_de\\_la\\_investigacio\\_n\\_i](https://issuu.com/cengagelatam/docs/metodologi_a_de_la_investigacio_n_i)
38. Mohanasundari C, Natarajan D, Srinivasan K, Umamaheswari S, Ramachandran A. Antibacterial Properties of *Passiflora foetida* L. A common exotic medicinal plant. *Afr J Biotechnol.* 2007;6(23),2650–53. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/27798026\\_Antibacterial\\_properties\\_of\\_Passiflora\\_foetida\\_L\\_-\\_A\\_common\\_exotic\\_medicinal\\_plant](https://www.researchgate.net/publication/27798026_Antibacterial_properties_of_Passiflora_foetida_L_-_A_common_exotic_medicinal_plant)
39. Zhang M, Viennois E, Prasad M, Zhang Y, Wang L, Zhang Z, *et al.* Edible ginger-derived nanoparticles: A novel therapeutic approach for the prevention and treatment of inflammatory bowel disease and colitis-associated cancer. *Biomaterials.* 2016;101(1):321–340. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27318094/>
40. Akinyemi A, Thome G, Morsch V, Stefanello N, Goularte J, Bello-Klein A, *et al.* Effect of dietary supplementation of ginger and turmeric rhizomes on angiotensin-1 converting enzyme (ACE) and arginase activities in L-NAME induced hypertensive rats. *J Funct Foods.* 2015;17(1):792–801. Disponible en: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20153293728>
41. Wei C, Tsai Y, Korinek M, Hung P, El-Shazly M, *et al.* 6-Paradol and 6-shogaol, the pungent compounds of ginger, promote glucose utilization in adipocytes and myotubes,

- and 6-paradol reduces blood glucose in high-fat diet-fed mice. *Int J Mol Sci.* 2017;18(1):168. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28106738/>
42. Fernandes C, Freitas J, Salatino A, Salatino M. Cytotoxic Activity of Six Samples of Brazilian Propolis on Sea Urchin (*Lytechinus variegatus*) Eggs. *J Evid Based Complementary Altern Med.* 2013;2013(1):1-4. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2013/619361>
43. Suk, Kwon G, Lee E, Jang W, Yang H, Kim J, Thimmegowda N, et al. Gingerenone A, a polyphenol present in ginger, suppresses obesity and adipose tissue inflammation in high-fat diet-fed mice. *Mol Nutr Food Res.* 2017;6(10):1700139. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28556482/>
44. Pérez-Rodríguez, Marcela, Berea-Baltierra, Ricardo, Roy-García, Ivonne Analí, Palacios-Cruz, Lino, Rivas-Ruiz Rodolfo. Lista para Aspectos Éticos de Investigaciones en Humanos. *Rev. alerg. Méx.* [revista en la Internet]. 2019 dic [citado 2025 Jun 16]; 66(4): 474-482. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2448-91902019000400474&lng=es.](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-91902019000400474&lng=es) Epub 25-Sep-2020. <https://doi.org/10.29262/ram.v66i4.706>.

## ANEXOS

### Anexo 1: Matriz de consistencia

<b>TITULO: “EVALUACIÓN IN VITRO DEL EFECTO ANTIMICROBIANO DEL EXTRACTO LIOFILIZADO DE ZINGIBER OFFICINALE SOBRE CEPAS DE STREPTOCOCCUS MUTANS (ATCC 25175). LIMA PERU - 2023”</b>				
<b>FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPOTESIS</b>	<b>VARIABLES E INDICADORES</b>	<b>DISEÑO METODOLÓGICO</b>
<p><b>Problema General</b></p> <p>¿Cuál es el efecto antimicrobiano del extracto liofilizado de <i>Zingiber officinale</i> sobre cepas de <i>Streptococcus mutans</i> (ATCC 25175) Lima - Perú 2023?</p> <p><b>Problemas Específicos</b></p> <p>1. ¿Cuál será el efecto antimicrobiano del extracto liofilizado de <i>Zingiber officinale</i> al 100% frente a las cepas de <i>Streptococcus mutans</i> (ATCC 25175) a las 8, 24, 32 y 48 horas, Lima - Perú 2023?</p> <p>2. ¿Cuál será el efecto antimicrobiano del extracto liofilizado de <i>Zingiber officinale</i> al 75% frente a las cepas de <i>Streptococcus mutans</i> (ATCC 25175) a las 8, 24, 32 y 48 horas, Lima-Perú 2023?</p> <p>3. ¿Cuál será el efecto antimicrobiano del extracto liofilizado de <i>Zingiber officinale</i> al 50% frente a las cepas de <i>Streptococcus mutans</i> (ATCC</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Determinar <i>in vitro</i> el efecto antimicrobiano del extracto liofilizado de <i>Zingiber officinale</i> sobre cepas de <i>Streptococcus mutans</i> (ATCC 25175). Lima - Perú 2023.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>1. Identificar el efecto antimicrobiano del extracto liofilizado de <i>Zingiber officinale</i> al 100% frente a las cepas de <i>Streptococcus mutans</i> (ATCC 25175) a las 8, 24, 32 y 48 horas, Lima - Perú 2023?</p> <p>2. Identificar el efecto antimicrobiano del extracto liofilizado de <i>Zingiber officinale</i> al 75% frente a las cepas de <i>Streptococcus mutans</i> (ATCC 25175) a las 8, 24, 32 y 48 horas, Lima - Perú 2023?</p>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <p>El extracto liofilizado de <i>Zingiber officinale</i> presenta efecto antimicrobiano sobre cepas de <i>Streptococcus mutans</i> (ATCC 25175) Lima - Perú 2022.</p> <p><b>Hipótesis nula</b></p> <p>El extracto liofilizado de <i>Zingiber officinale</i> no presenta efecto antimicrobiano sobre cepas de <i>Streptococcus mutans</i> (ATCC 25175) Lima - Perú 2022.</p>	<p><b>Variable</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Efecto antimicrobiano del extracto liofilizado de <i>Zingiber officinale</i> (jengibre)</li> </ul> <p><b>Indicador:</b></p> <p>Concentración del Extracto liofilizado de <i>Zingiber officinale</i> (Jengibre).</p> <p>Tiempo de exposición del Extracto liofilizado de</p>	<p><b>Tipo:</b></p> <p>Observacional, experimental <i>in vitro</i>, longitudinal y prospectivo</p> <p><b>Método y diseño:</b></p> <p>Método de difusión en disco.</p> <p><b>Población:</b></p>

<p>25175) a las 8, 24, 32 y 48 horas, Lima - Perú 2023?</p> <p>4. ¿Cuál será el efecto antimicrobiano del extracto liofilizado de <i>Zingiber officinale</i> al 25% frente a las cepas de <i>Streptococcus mutans</i> (ATCC 25175) a las 8, 24, 32 y 48 horas, Lima - Perú 2023?</p>	<p>3. Identificar el efecto antimicrobiano del extracto liofilizado de <i>Zingiber officinale</i> al 50% frente a las cepas de <i>Streptococcus mutans</i> (ATCC 25175) a las 8, 24, 32 y 48 horas, Lima - Perú 2023?</p> <p>4. Identificar el efecto antimicrobiano extracto liofilizado de <i>Zingiber officinale</i> al 25% frente a las cepas de <i>Streptococcus mutans</i> (ATCC 25175) a las 8, 24, 32 y 48 horas, Lima - Perú 2023?</p>		<p><i>Zingiber Officinale</i> (jengibre)</p> <p><b>Dimensiones:</b></p> <p>Valores promedio de los halos de inhibición.</p>	<p>Extracto liofilizado de <i>Zingiber officinale</i>.</p> <p><b>Muestra:</b></p> <p>cepas: <i>Streptococcus mutans</i> (ATCC 25175),</p>
--	---	--	---	---

## Anexo 2: Instrumento

### FICHA DEZ RECOLECCIÓN DE DATOS

BASE DE DATOS MÉTODO DIFUSIÓN EN DISCO "EVALUACIÓN IN VITRO DEL EFECTO ANTIMICROBIANO DEL EXTRACTO LIOFILIZADO DE ZINGIBER OFFICINALE SOBRE CEPAS DE STREPTOCOCCUS MUTANS (ATCC 25175). LIMA PERU - 2022"

REPETICIONES	EXTRACTO LIOFILIZADO DE ZINGIBER OFICINALE (Halo de inhibición en mm)																GRUPO CONTROL	
	100%				75%				50%				25%				POSITIVO (+) Gentamicina	NEGATIVO (-)
	8 horas	24 horas	32 horas	48 horas	8 horas	24 horas	32 horas	48 horas	8 horas	24 horas	32 horas	48 horas	8 horas	24 horas	32 horas	48 horas		
1	8	13	14	15	8	12	13	13	6	9	12	12	6	6	6	6	29	0
2	9	13	16	16	8	11	12	12	6	9	11	11	6	6	6	6	30	0
3	8	14	15	16	9	12	12	12	6	10	12	12	6	6	6	6	30	0
4	9	14	15	15	8	10	13	13	6	9	12	12	6	6	6	6	28	0
5	8	14	15	15	8	11	11	13	6	9	11	11	6	6	6	6	30	0
6	10	13	15	15	8	10	13	13	6	10	12	12	6	6	6	6	29	0
7	8	15	15	15	9	10	12	13	6	8	10	10	6	6	6	6	28	0
8	9	14	15	15	9	11	12	12	6	9	11	11	6	6	6	6	28	0
9	10	14	15	16	9	12	13	13	6	9	9	10	6	6	6	6	29	0
10	9	15	16	16	9	12	12	13	6	10	12	12	6	6	6	6	27	0
11	10	14	14	15	8	11	13	13	6	9	11	11	6	6	6	6	27	0
12	10	14	15	15	9	11	13	13	6	9	11	11	6	6	6	6	29	0
13	9	15	16	16	9	12	12	14	6	9	10	10	6	6	6	6	29	0
14	9	14	14	16	8	10	12	12	6	8	11	11	6	6	6	6	28	0
15	10	14	15	15	9	10	11	12	6	10	12	12	6	6	6	6	28	0
16	10	14	14	16	8	11	13	13	6	8	11	11	6	6	6	6	28	0
17	9	14	15	15	8	10	12	12	6	8	10	11	6	6	6	6	28	0
18	11	15	15	15	9	11	12	13	6	9	12	12	6	6	6	6	29	0
19	10	14	16	16	9	12	14	14	6	9	11	11	6	6	6	6	30	0
20	9	14	16	16	8	11	12	12	6	10	11	11	6	6	6	6	28	0
21	11	14	16	16	8	11	13	13	6	10	11	11	6	6	6	6	27	0
22	8	14	15	15	8	10	12	13	6	8	12	12	6	6	6	6	28	0
23	10	14	15	16	8	10	12	13	6	9	11	12	6	6	6	6	29	0
24	9	15	15	15	9	10	13	13	6	9	11	11	6	6	6	6	28	0
25	10	14	15	15	8	11	12	12	6	10	11	11	6	6	6	6	29	0
26	9	14	15	15	8	12	13	13	6	9	12	12	6	6	6	6	29	0
27	8	14	15	16	8	11	14	14	6	8	10	11	6	6	6	6	28	0
28	10	14	15	16	8	11	12	12	6	9	11	11	6	6	6	6	28	0
Promedio	9.29	14.1	15.07	15.46	8.39	10.93	12.43	12.79	6.00	9.04	11.11	11.25	6.00	6.00	6.00	6.00	28.50	0

## Anexo 3: Aprobación del comité de Ética



### COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA PARA LA INVESTIGACIÓN

#### CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Lima, 28 de enero de 2023

Investigador(a)  
**Yober Flores Bañico**  
Exp. N°: 2548-2022

---

De mi consideración:

Es grato expresarle mi cordial saludo y a la vez informarle que el Comité Institucional de Ética para la investigación de la Universidad Privada Norbert Wiener (CIEI-UPNW) **evaluó y APROBÓ** los siguientes documentos:

- Protocolo titulado: “**Evaluación in vitro del efecto antimicrobiano del extracto liofilizado de zingiber officinale sobre cepas de streptococcus mutans (ATCC 25175), lima Perú – 2022**” Versión 02 con fecha 08/01/2023.
- Formulario de Consentimiento Informado Versión (**no aplica**) con fecha (**no aplica**).

El cual tiene como investigador principal al Sr(a) Yober Flores Bañico y a la investigadora colaboradora Jessica Jasmin Araujo Farje.


La APROBACIÓN comprende el cumplimiento de las buenas prácticas éticas, el balance riesgo/beneficio, la calificación del equipo de investigación y la confidencialidad de los datos, entre otros.

El investigador deberá considerar los siguientes puntos detallados a continuación:

1. **La vigencia** de la aprobación es de **dos años** (24 meses) a partir de la emisión de este documento.
2. **El Informe de Avances** se presentará cada 6 meses, y el informe final una vez concluido el estudio.
3. **Toda enmienda o adenda** se deberá presentar al CIEI-UPNW y no podrá implementarse sin la debida aprobación.
4. Si aplica, **la Renovación** de aprobación del proyecto de investigación deberá iniciarse treinta (30) días antes de la fecha de vencimiento, con su respectivo informe de avance.

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

Atentamente,

  
Yenny Marisol Bellido Fuente  
Presidenta del CIEI- UPNV.



Anexo 4: Constancia de la institución para la elaboración del extracto liofilizado.



**CENTRO DE DESARROLLO, ANÁLISIS Y CONTROL DE CALIDAD DE MEDICAMENTOS Y FITOMEDICAMENTOS**  
Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga  
Facultad de Ciencias de la Salud  
Escuela Profesional de FARMACIA Y BIOQUÍMICA

EL QUE SUSCRIBE, RESPONSABLE DEL CENTRO DE DESARROLLO, ANÁLISIS Y CONTROL DE CALIDAD DE MEDICAMENTOS Y FITOMEDICAMENTOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA – UNSCH, deja

## CONSTANCIA

El Bachiller **Yober Flores Bañico** realizó la parte experimental de su trabajo de investigación para la obtención de Título de Cirujano Dentista en la Universidad Norbert Wiener, Lima Perú. Inició sus actividades en los laboratorios del **Centro de Desarrollo, Análisis y Control de Calidad de Medicamentos y Fitomedicamentos**. Se elaboró la extracción liofilizada del *Zingiber officinale* "jengibre" por el método de extracción acelerada de solventes (Extractor Acelerado de Solventes Dionex™ ASE 150) y secado por liofilización (Liofilizador LABOTEC).

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado careciendo de valor para acciones legales en contra de la Institución.

Ayacucho, 22 de setiembre de 2022



**Anexo 5: Constancia de la institución para la recolección de datos.**



## Instituto Nacional Materno Perinatal

196 años en la atención de la salud materno perinatal del país

### CONSTANCIA

Hago constancia, que el Bachiller Yober Flores Bañico realizó la parte experimental de su trabajo de investigación para la obtención de Título de Cirujano Dentista en la Universidad Norbert Wiener, Lima Perú. Inició sus actividades en el laboratorio de microbiología del departamento de Patología Clínica del Instituto Nacional Materno Perinatal el día 11/10/22 hasta 26/10/22. En esta ocasión se determinó in vitro el efecto antimicrobiano del extracto liofilizado de *Zingiber officinale* sobre cepas de *Streptococcus mutans*.

Se expide la presente constancia al interesado para los fines que se estime conveniente.

Lima 08 de noviembre del 2022

Atentamente,


.....  
María Gabriela de Fátima Soza Bieli Bianchi  
Bióloga  
CBP. 12139

## Anexo 6: Informe de validación de instrumento



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres del Experto: Enciso Lacunza Jorge Antonio  
 1.2 Cargo e Institución donde labora: Docente Universidad Norbert Wiener  
 1.3 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Instrumento de recolección de datos.  
 1.4 Autor del instrumento: Flores Bañico Yober  
 1.5 Título de la Investigación: EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL EFECTO ANTIMICROBIANO DEL EXTRACTO LIOFILIZADO DE *ZINGIBER OFFICINALE* SOBRE CEPAS DE *STREPTOCOCCUS MUTANS* (ATCC 25175). LIMA PERU - 2023.

#### II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

	CRITERIOS	Deficiente 1	Baja 2	Regular 3	Buena 4	Muy buena 5
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.				X	
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.				X	
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.				X	
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad en sus ítems.				X	
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos del desarrollo de capacidades cognoscitivas.				X	
7. CONSISTENCIA	Alineado a los objetivos de la investigación y metodología.				X	
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.				X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del estudio				X	
10. PERTINENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de Investigación.				X	
<b>CONTEO TOTAL DE MARCAS</b> (realice el conteo en cada una de las categorías de la escala)					<b>40</b>	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>

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

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

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

#### IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

Lima, 20 de enero del 2023.

  
 Dr. Enciso Lacunza Jorge Antonio  
 CIRUJANO DENTISTA  
 C.Q.P. 27605

## Anexo 7: Informe de validación de instrumento



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres del Experto: Guevara Sotomayor Juan César  
 1.2 Cargo e Institución donde labora: Docente Universidad Norbert Wiener  
 1.3 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Instrumento de recolección de datos.  
 1.4 Autor del instrumento: Flores Bañico Yober  
 1.5 Título de la Investigación: EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL EFECTO ANTIMICROBIANO DEL EXTRACTO LIOFILIZADO DE *ZINGIBER OFFICINALE* SOBRE CEPAS DE *STREPTOCOCCUS MUTANS* (ATCC 25175). LIMA PERU - 2023.

#### II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

	CRITERIOS	Deficiente 1	Baja 2	Regular 3	Buena 4	Muy buena 5
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.				X	
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.				X	
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.				X	
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad en sus ítems.				X	
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos del desarrollo de capacidades cognitivas.				X	
7. CONSISTENCIA	Alineado a los objetivos de la investigación y metodología.					X
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.					X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del estudio					X
10. PERTINENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de Investigación.					X
CONTEO TOTAL DE MARCAS (realice el conteo en cada una de las categorías de la escala)					24	20
		A	B	C	D	E

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

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

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

#### IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

Lima, 20 de enero del 2023.

  
 Dr. Juan César Guevara Sotomayor  
 Docente / Metodólogo  
 DNI 43271772

## Anexo 8: Informe de validación de instrumento



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres del Experto: Enzo Renato Viale Oré  
 1.2 Cargo e Institución donde labora: Docente Universidad Norbert Wiener  
 1.3 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Instrumento de recolección de datos.  
 1.4 Autor del instrumento: Flores Bañico Yober  
 1.5 Título de la Investigación EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL EFECTO ANTIMICROBIANO DEL EXTRACTO LIOFILIZADO DE *ZINGIBER OFFICINALE* SOBRE CEPAS DE *STREPTOCOCCUS MUTANS* (ATCC 25175). LIMA PERU - 2023.

#### II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

	CRITERIOS	Deficiente 1	Baja 2	Regular 3	Buena 4	Muy buena 5
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.				X	
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.				X	
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.				X	
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad en sus ítems.				X	
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos del desarrollo de capacidades cognoscitivas.				X	
7. CONSISTENCIA	Alineado a los objetivos de la investigación y metodología.				X	
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.				X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del estudio					X
10. PERTINENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de Investigación.					X
<b>CONTEO TOTAL DE MARCAS</b> (realice el conteo en cada una de las categorías de la escala)					32	10
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>

$$\text{Coeficiente de Validez} = \frac{(1 \times A) + (2 \times B) + (3 \times C) + (4 \times D) + (5 \times E)}{50} = 0.84$$

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

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

#### IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

Lima, 20 de enero del 2023

  
**Enzo Renato Viale Oré**  
 Cirujano Dentista  
 C.O.E 15493  
 Docente  
 DNI 15431063

## Anexo 9: Reporte Turnitin

### Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**Tesis**

AUTOR

**Yober Flores**

RECUESTO DE PALABRAS

**10793 Words**

RECUESTO DE CARACTERES

**60273 Characters**

RECUESTO DE PÁGINAS

**51 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**241.7KB**

FECHA DE ENTREGA

**Jun 19, 2025 7:37 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Jun 19, 2025 7:38 PM GMT-5**

#### ● 20% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 16% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 13% Base de datos de trabajos entregados
- 5% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

#### ● Excluir del Reporte de Similitud

- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

## OBTENCION DE LOS EXTRACTOS LIOFILIZADO

### Elaboración del extracto liofilizado de *Zingiber officinale*

La extracción de ginger se realizó por el método de extracción acelerada de solventes (Extractor Acelerado de Solventes Dionex™ ASE 150), el Dionex ASE 150 es un sistema de extracción en muestras sólidas y semisólidas, de una única celda, y usando solventes a temperatura y presiones elevadas.

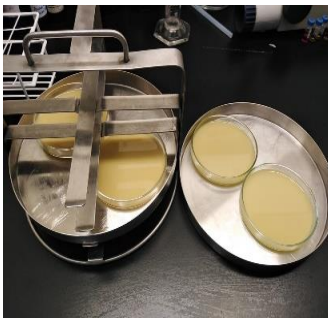
### PROCESO DE EXTRACCIÓN Y LIOFILIZACIÓN



## Concentración de los extractos Mediante el rotavapor.



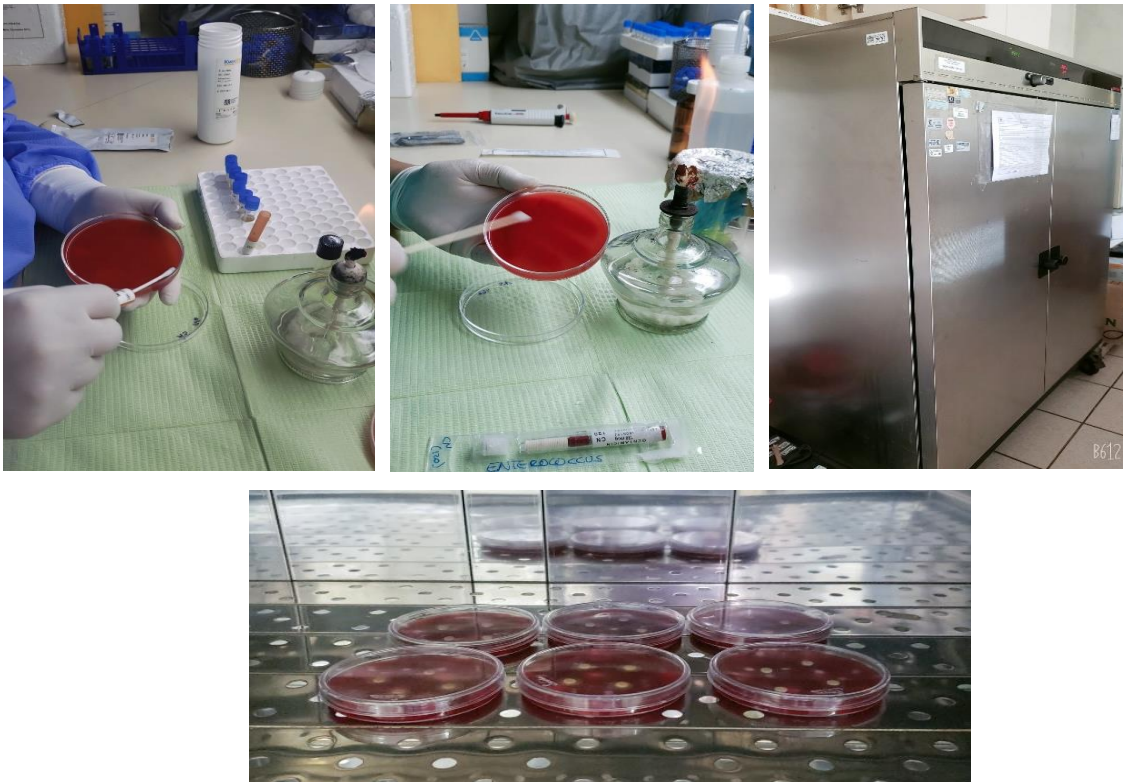
## Proceso de liofilización del extracto



## MATERIALES E INSUMOS



## SIEMBRA DE LOS MICRORGANISMOS FAMILIA *STREPTOCOCCUS MUTANS* EN AGAR SANGRE



## PROCEDIMIENTOS DE LOS ENSAYOS DE ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA

### Aplicación de los discos



Halos inhibición a las 48 hrs al 100% de *del extracto liofilizado de Zingiber officinale* sobre cepas de *Streptococcus mutans* (ATCC 25175).



Halos inhibición a las 48 hrs al 75% de *del extracto liofilizado de Zingiber officinale* sobre cepas de *Streptococcus mutans* (ATCC 25175).



**Halos inhibición a las 48 hrs al 50% de *del extracto liofilizado de Zingiber officinale* sobre cepas de *Streptococcus mutans* (ATCC 25175).**



**Halos inhibición a las 48 hrs al 25% de *del extracto liofilizado de Zingiber officinale* sobre cepas de *Streptococcus mutans* (ATCC 25175).**



## ● 20% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 16% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 13% Base de datos de trabajos entregados
- 5% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

### FUENTES PRINCIPALES

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

1	<b>repositorio.uladech.edu.pe</b> Internet	3%
2	<b>repositorio.uwiener.edu.pe</b> Internet	1%
3	<b>repositorio.unap.edu.pe</b> Internet	1%
4	<b>Universidad Privada San Juan Bautista on 2017-05-19</b> Submitted works	1%
5	<b>repositorio.unj.edu.pe</b> Internet	<1%
6	<b>Villanueva Alvaro, Naysha Sharon. "Efecto antibacteriano In Vitro de en..."</b> Publication	<1%
7	<b>Universidad Científica del Sur on 2018-11-13</b> Submitted works	<1%
8	<b>hdl.handle.net</b> Internet	<1%