



Universidad  
**Norbert Wiener**

Powered by **Arizona State University**

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

**Tesis**

Actividad antibacteriana del extracto etanólico de equisetum arvense (cola de caballo) sobre porphyromona gingivalis: estudio in vitro en Lima, 2024

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

**Presentado por:**


**Autora:** Rojas Ventura, Milagros Kelly

**Asesor:** Mg. Marroquín García, Lorenzo Enrique

**Código ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-9061-3270>

**Lima – Perú**

**2025**

 Universidad Norbert Wiener	DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA Y DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN		
	CÓDIGO: UPNW-GRA-FOR-033	VERSIÓN: 01 REVISIÓN: 01	FECHA: 18/11/2023

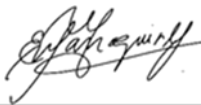
Yo, Milagros Kelly Rojas Ventura, egresada de la Facultad de Ciencias de la Salud y Escuela Académico Profesional de “**Actividad antibacteriana del extracto etanólico de equisetum arvense (cola de caballo) sobre porphyromona gingivalis: estudio in vitro en lima, 2024.**”, Asesorado por el docente Ds. Mg. Esp. Marroquín García Lorenzo Enrique, con N.º DNI 07634704 y código ORCID 0000-0001-9061-3270, tiene un índice de similitud de 11 % con código **ID: oid: 14912361527786** 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 la autora  
Nombres y apellidos de la egresada  
Milagros Kelly Rojas Ventura  
DNI: 73968433



Firma  
Nombres y apellidos del Asesor  
Ds. Mg. Esp. Marroquín García Lorenzo Enrique  
DNI: 07634704

Lima, 28 de agosto del 2024.

**MIEMBROS DEL JURADO**

**Presidenta:** Dra. Aguirre Morales, Anita Kori

**Secretaria:** Dra. Huachillo Cevallos, María del Pilar

**Vocal:** Dr. Bouroncle Sacin, Jorge Enrique

### **Dedicatoria**

El presente trabajo de investigación se la dedico a mi familia por ayudarme a cumplir uno de mis sueños, a mi padre Ramón por apoyarme en los estudios, a mi madre Mery que estuvo día a día conmigo dándome las fuerzas para seguir adelante. A mis hermanos Jesús y David por brindarme su apoyo de poder culminar la carrera. Por último, todo este logro es para mi hija querida Aitana, ella es mi motivo de seguir adelante.

## **Agradecimiento**

Agradecida con Dios por las infinitas bendiciones que me otorga en mi vida. Así mismo, a mi universidad por permitirme conocer el universo del conocimiento. Un especial agradecimiento a mi asesor, el Dr. Lorenzo Enrique Marroquín García quien estuvo apoyándome incondicionalmente en el transcurso de mi formación profesional, por inspirarme en la realización de este trabajo y por demostrarme que todo en esta vida es posible con paciencia, dedicación y fe en Dios.

## **Índice general**

Dedicatoria .....	iv
Agradecimiento .....	v

Índice de tablas.....	ix
Índice de figuras .....	x
Resumen.....	xi
Abstract .....	xii
Introducción .....	xiii
<b>CAPÍTULO I. EL PROBLEMA .....</b>	<b>1</b>
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Formulación del problema.....	2
1.2.1 Problema general .....	2
1.2.2 Problema específicos .....	3
1.3 Objetivos de la investigación.....	4
1.3.1 Objetivo general .....	4
1.3.2 Objetivos específicos.....	4
1.4 Justificación de la investigación .....	5
1.4.1 Teórica.....	5
1.4.2 Metodológica.....	5
1.5 Limitaciones de la investigación .....	6
1.5.1 Temporal .....	6
1.5.2 Espacial .....	6
1.5.3 Recursos .....	7
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>8</b>
2.1 Antecedentes de la investigación.....	8

2.1.1 Antecedentes nacionales.....	8
2.2 Bases teóricas.....	17
2.2.1 Actividad antibacteriana.....	17
2.2.2 Extracto de <i>Equisetum arvense</i> .....	20
2.3 Formulación de hipótesis.....	30
2.3.1 Hipótesis general .....	30
2.3.2 Hipótesis específicas.....	31
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA .....	32
3.1 Método de la investigación.....	32
3.2 Enfoque de la investigación.....	32
3.3 Tipo de investigación .....	32
3.4 Diseño de la investigación.....	32
3.5 Población, muestra y muestreo.....	33
3.6 Variables y operacionalización.....	34
3.7 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	35
3.7.1 Técnica .....	35
3.7.2 Descripción.....	35
3.7.3 Validación.....	36
3.7.4 Confiabilidad .....	36
3.8 Plan de procesamiento y análisis de datos .....	37
3.9 Aspectos éticos .....	38
CAPITULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	39

4.1 Resultados.....	39
4.1.1 Análisis descriptivo de resultados .....	39
4.1.2 Análisis inferencial de resultados .....	41
4.1.2.1 Prueba de normalidad .....	41
4.1.2.2 Hipótesis general .....	42
4.1.2.3 Hipótesis específica.....	43
4.1.3 Discusión de resultados .....	45
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	48
5.1 Conclusiones.....	48
5.2 Recomendaciones .....	48
REFERENCIAS .....	50
ANEXOS.....	56
Anexo 1: Matriz de consistencia .....	57
Anexo 2: Instrumentos .....	59
Anexo 3: Validez del instrumento .....	60
Anexo 4: Confiabilidad del instrumento .....	63
Anexo 5: Aprobación del Comité de ética .....	64
Anexo 6: Informe de tesis.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Anexo 7: Informe del asesor de Turnitin.....	66
Anexo 8: Otros .....	67

### Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Actividad antibacteriana del extracto etanólico de <i>Equisetum arvense</i> a la concentración de 6.25 mg/ml, sobre cepas de <i>Porphyromona gingivalis</i> , estudio in vitro en Lima, 2024.....	39
<b>Tabla 2.</b> Actividad antibacteriana del extracto etanólico de <i>Equisetum arvense</i> a la concentración de 12.5 mg/ml, sobre cepas de <i>Porphyromona gingivalis</i> , estudio in vitro en Lima, 2024.....	39

<b>Tabla 3.</b> Actividad antibacteriana del extracto etanólico de <i>Equisetum arvense</i> a la concentración de 25 mg/ml, sobre cepas de <i>Porphyromona gingivalis</i> , estudio in vitro en Lima, 2024.....	40
<b>Tabla 4.</b> Actividad antibacteriana del extracto etanólico de <i>Equisetum arvense</i> a la concentración de 50 mg/ml, sobre cepas de <i>Porphyromona gingivalis</i> , estudio in vitro en Lima, 2024.....	40
<b>Tabla 5.</b> Actividad antibacteriana del extracto etanólico de <i>Equisetum arvense</i> a la concentración de 100 mg/ml, sobre cepas de <i>Porphyromona gingivalis</i> , estudio in vitro en Lima, 2024.....	41
<b>Tabla 6.</b> Prueba de normalidad .....	42
<b>Tabla 7.</b> Análisis de varianza (ANOVA) en Halo de inhibición.....	43
<b>Tabla 8.</b> Comparaciones múltiples POST-HOC.....	44
<b>Tabla 9.</b> Magnitud de los coeficientes (CCI).....	63
<b>Tabla 10.</b> Variabilidad Inter-Evaluador.....	63

### Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Distribución de la Concentración de <i>Equisetum arvense</i> (Cola de Caballo) sobre <i>Porphyromona gingivalis</i> .....	45
--	----

## Resumen

La investigación estableció como objetivo “Determinar la actividad antibacteriana del extracto etanólico de *Equisetum arvense* sobre la *Porphyromona gingivalis*, estudio in vitro en Lima, 2024”. Se empleó un diseño experimental in vitro del cultivo de cepas estándares de *Porphyromona gingivalis*. La muestra incluyó a 10 placas Petri cada una con 5 discos en concentraciones al 6,25%, 12,5%, 25%, 50% y 100% del extracto etanólico de *Equisetum arvense*. La recolección de datos se llevó a cabo mediante la técnica de observación. Los resultados obtenidos evidenciaron una diferencia significativa en la actividad antibacteriana del extracto etanólico de *Equisetum arvense* frente a *Porphyromona gingivalis* in vitro, según el análisis de varianza (ANOVA), en

relación con la concentración empleada. En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula, concluyendo que existen diferencias significativas en la actividad antibacteriana en relación con la concentración utilizada ( $p \leq 0.05$ ).

**Palabras clave:** Actividad antibacteriana; *Equisetum arvense*; *Porphyromona gingivalis*.

### **Abstract**

The objective of the research was to "Determine the antibacterial activity of the ethanolic extract of *Equisetum arvense* on *Porphyromona gingivalis*, in vitro study in Lima, 2024". An in vitro experimental design of the culture of standard strains of *Porphyromona gingivalis* was used. The sample included 10 Petri dishes each with 5 disks with concentrations of 6.25%, 12.5%, 25%, 50% and 100% of the ethanolic extract of *Equisetum arvense*. Data collection was carried out using the observation technique. The results obtained evidenced a significant difference in the antibacterial activity of the ethanolic extract of *Equisetum arvense* against *Porphyromona gingivalis* in vitro,

according to the analysis of variance (ANOVA), in relation to the concentration used. Consequently, the null hypothesis is rejected, concluding that there are significant differences in antibacterial activity in relation to the concentration used ( $p \leq 0.05$ ).

**Keywords:** Antibacterial activity; *Equisetum arvense*; *Porphyromona gingivalis*.

## Introducción

*Equisetum arvense*, también conocido como cola de caballo, ha sido ampliamente estudiado en el Perú por sus propiedades medicinales y farmacológicas, que incluyen efectos antidiabéticos, antiinflamatorios, antioxidantes, antihemorrágicos, antimicrobianos, entre otros. En el ámbito odontológico, el uso de medicamentos derivados de plantas naturales ofrece ventajas como costos accesibles y fácil manejo, siendo relevante para tratar enfermedades periodontales comunes en Latinoamérica. La cola de caballo ha mostrado actividad antimicrobiana in vitro contra bacterias y hongos

orales, gracias a su contenido de compuestos fitoquímicos como flavonoides, alcaloides, ácidos fenólicos, fitoesteroles, triterpenoides y taninos. Además, su potencial como colutorio natural destaca su prometedor papel en la terapia periodontal, brindando una opción más accesible y sostenible en el cuidado de la salud bucal.

El informe se organiza en cinco secciones específicas. Inicialmente, se aborda la exploración de los desafíos asociados con las variables de interés a nivel global, nacional y local, respaldando así la justificación y estableciendo los límites y alcances del estudio. La segunda parte se enfoca en el marco teórico, destacando eventos previos de relevancia y los principios fundamentales que sustentan las variables bajo análisis. La tercera sección detalla los fundamentos metodológicos que respaldan el tipo, enfoque y diseño de la investigación, delineando las herramientas y métodos empleados para la recolección de datos. En el cuarto apartado, se presentan los hallazgos y se realiza un análisis basado en inferencias, interpretando la información obtenida. Por último, la quinta sección abarca las conclusiones y recomendaciones del investigador, junto con las referencias citadas y los anexos que complementan el proceso de recolección de datos.

## CAPÍTULO I. EL PROBLEMA

### 1.1 Planteamiento del problema

Las plantas medicinales, de acuerdo con la definición de la OMS, son aquellas especies vegetales constituidas por un potencial terapéutico en sus órganos que sirven como precursores de fármacos (1). Desde tiempos antiguos, los médicos se han dedicado a explorar y emplear compuestos químicos derivados de plantas con la finalidad de aliviar un sinnúmero de afecciones. En la Antigua Mesopotamia, se identificó que los ciudadanos solían utilizar especies de *Commiphora* y aceites de *Cupressus sempervirens* para tratar afecciones como tos, resfriados e inflamaciones (2). A lo largo de la historia, más del tercio de los medicamentos aprobados por la FDA se originan en componentes naturales, destacando la relevancia continua de la medicina tradicional en el desarrollo de la medicina moderna (3).

Pese a que se han efectuado estudios prometedores en correspondencia a las propiedades medicinales de la flora, los medicamentos derivados de estas fuentes a menudo son subutilizados por profesionales de la salud, que prefieren recurrir a medicamentos sintéticos, aunque se trate de problemas de salud menores. El interés en fármacos de origen vegetal creció debido a la creciente preocupación sobre los efectos adversos o la falta de eficacia de ciertos fármacos químicos (4).

*Equisetum arvense* o cola de caballo, es una de las cuatro especies presentes en el Perú y ha sido estudiada ampliamente por sus propiedades medicinales y farmacológicas, atribuyéndole diversas propiedades terapéuticas, por ejemplo, antidiabético, agente antiinflamatorio, antioxidante, antihemorrágico, antimicrobiano, astringente, hepatoprotector, diurético, cicatrizante y vasorrelajante (5).

En el ámbito odontológico, el empleo de medicamentos basándose en plantas naturales ofrece beneficios como costos accesibles, fácil manejo y abundancia de materia prima (6). Este enfoque es especialmente relevante para tratar enfermedades periodontales, afecciones inflamatorias crónicas que perjudiquen los tejidos que rodean las piezas dentales. El índice Periodontal Comunitario de la OMS ha señalado la mayor incidencia de estas enfermedades en países de Latinoamérica en comparación con el resto del mundo (7).

Esta planta medicinal, también conocida como "cola de caballo", ha mostrado efectos antimicrobianos *in vitro* contra diversas bacterias y hongos orales, incluyendo *Porphyromonas gingivalis* y *Candida albicans* (3). Dada su riqueza en compuestos fitoquímicos como flavonoides, alcaloides, ácidos fenólicos, fitoesteroles, triterpenoides y taninos se destaca como un candidato prometedor para colutorios naturales y económicos en la terapia de enfermedades periodontales (8). En este contexto, el presente estudio tuvo por objetivo evaluar la actividad antibacteriana *in vitro* del extracto etanólico de *E. arvense* frente a *Porphyromona gingivalis*, buscando aportar a la elaboración de alternativas naturales y económicas para el tratamiento de estas enfermedades.

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema general**

¿Cuál es la diferencia significativa en la actividad antibacteriana del extracto etanólico de *Equisetum arvense* (cola de caballo) sobre la *Porphyromona gingivalis*, estudio *in vitro* en Lima, 2024?

### 1.2.2 Problema específicos

- ¿Cuál es la actividad antibacteriana del extracto etanólico de *Equisetum arvense* (cola de caballo) a la concentración de 6.25 mg/ml, sobre cepas de *Porphyromona gingivalis* estudio in vitro en Lima, 2024?
- ¿Cuál es la actividad antibacteriana del extracto etanólico de *Equisetum arvense* (cola de caballo) a la concentración de 12.5 mg/ml, sobre cepas de *Porphyromona gingivalis* estudio in vitro en Lima, 2024?
- ¿Cuál es la actividad antibacteriana del extracto etanólico de *Equisetum arvense* (cola de caballo) a la concentración de 25 mg/ml, sobre cepas de *Porphyromona gingivalis* estudio in vitro en Lima, 2024?
- ¿Cuál es la actividad antibacteriana del extracto etanólico de *Equisetum arvense* (cola de caballo) a la concentración de 50 mg/ml, sobre cepas de *Porphyromona gingivalis* estudio in vitro en Lima, 2024?
- ¿Cuál es la actividad antibacteriana del extracto etanólico de *Equisetum arvense* (cola de caballo) a la concentración de 100 mg/ml, sobre cepas de *Porphyromona gingivalis*, estudio in vitro en Lima, 2024?
- ¿Cuál es la concentración óptima de *Equisetum arvense* (cola de caballo) que presenta la mayor actividad antibacteriana contra *Porphyromona gingivalis* in vitro, y cómo se compara esta actividad con diferentes concentraciones del extracto de *Equisetum arvense*?

## 1.3 Objetivos de la investigación

### 1.3.1 Objetivo general

Determinar las diferencias significativas en la actividad antibacteriana del extracto etanólico de *Equisetum arvense* sobre la *Porphyromona gingivalis*, estudio in vitro en Lima, 2024.

### 1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar la actividad antibacteriana del extracto etanólico de *Equisetum arvense* a la concentración de 6.25 mg/ml, sobre cepas de *Porphyromona gingivalis*, estudio in vitro en Lima, 2024.
- Identificar la actividad antibacteriana del extracto etanólico de *Equisetum arvense* a la concentración de 12.5 mg/ml, sobre cepas de *Porphyromona gingivalis*, estudio in vitro en Lima, 2024.
- Identificar la actividad antibacteriana del extracto etanólico de *Equisetum arvense* a la concentración de 25 mg/ml, sobre cepas de *Porphyromona gingivalis*, estudio in vitro en Lima, 2024.
- Identificar la actividad antibacteriana del extracto etanólico de *Equisetum arvense* a la concentración de 50 mg/ml, sobre cepas de *Porphyromona gingivalis*. estudio in vitro en Lima, 2024.
- Identificar la actividad antibacteriana del extracto etanólico de *Equisetum arvense* a la concentración de 100 mg/ml, sobre cepas de *Porphyromona gingivalis*, estudio in vitro en Lima, 2024.

- Determinar la concentración óptima de *Equisetum arvense* (cola de caballo) que presenta la mayor actividad antibacteriana contra *Porphyromona gingivalis* in vitro, y cómo se compara esta actividad con diferentes concentraciones del extracto de *Equisetum arvense*.

## **1.4 Justificación de la investigación**

### **1.4.1 Teórica**

Este proyecto fue realizado basándose en la necesidad de explorar alternativas naturales para combatir las enfermedades periodontales, donde *Porphyromona gingivalis* desempeñaba un papel clave. *Equisetum arvense*, conocido como "cola de caballo", ha demostrado propiedades antimicrobianas; debido a ello, este estudio buscó validar científicamente su potencial en la inhibición de *P. gingivalis*, contribuyendo al desarrollo de terapias efectivas y accesibles para abordar problemas periodontales, al tiempo que respondía a la creciente demanda de enfoques naturales y económicos en odontología.

### **1.4.2 Metodológica**

Este proyecto fue realizado basándose en la necesidad de realizar una evaluación rigurosa y científica del potencial antibacteriano de *Equisetum arvense* contra *Porphyromona gingivalis*, un patógeno oral implicado en enfermedades periodontales. La metodología in vitro proporcionó un entorno controlado para estudiar la interacción entre el extracto etanólico de la "cola de caballo" y la bacteria, permitiendo mediciones precisas y reproducibles. Este enfoque facilitó la identificación de posibles aplicaciones terapéuticas, respaldando el desarrollo de tratamientos periodontales basados en evidencia y promoviendo la investigación en la odontología natural.

### **1.4.3 Práctica**

La justificación práctica de este estudio se encuentra circunscrita en su impacto directo en la salud oral y la calidad de vida poblacional; ya que, en el ámbito práctico, la investigación busca proporcionar una base científica para el desarrollo de terapias periodontales innovadoras y accesibles, aprovechando las propiedades antibacterianas de la "cola de caballo". Además, aborda la necesidad de opciones de tratamiento más naturales y económicas, especialmente relevantes en comunidades con limitado acceso a recursos odontológicos. Por lo tanto, la aplicación exitosa de estos hallazgos contribuye significativamente a prevenir y tratar enfermedades periodontales, mejorando la salud oral a nivel comunitario.

## **1.5 Limitaciones de la investigación**

### **1.5.1 Temporal**

El estudio se realizó durante el año 2024, lo que limitó la capacidad de evaluar posibles cambios en la actividad antibacteriana del extracto etanólico de *Equisetum arvense* a lo largo de un periodo más extenso. Esta restricción temporal impidió observar tendencias o variaciones que podrían haber surgido en el futuro. No obstante, esta limitación establece un punto de partida para investigaciones posteriores que consideren un marco temporal más amplio.

### **1.5.2 Espacial**

La investigación estuvo circunscrita al contexto geográfico de Lima, lo que restringió la aplicabilidad de los resultados a otras regiones. Este enfoque geográfico permitió una evaluación específica, pero limitó la generalización de los hallazgos a otros entornos con diferentes características ambientales o culturales.

### **1.5.3 Recursos**

La investigación fue autofinanciada, garantizando independencia, viabilidad y acceso a los recursos necesarios, sin limitaciones financieras ni logísticas, lo que aseguró la objetividad y eficiencia en su desarrollo.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1 Antecedentes nacionales

Cervera (9) en 2022, Lambayeque planteó como objetivo “*Investigar el efecto inhibitorio in vitro respecto a los extractos etanólicos de Piper aduncum L. (Matico), Bixa Orellana L. (Achiote) y Equisetum bogotense Kunth (Cola de caballo), ante Staphylococcus aureus*” mediante un estudio experimental. Para el cumplimiento de este objetivo, en primer lugar, se identificaron las cepas de *S. aureus*, luego se obtuvieron los extractos etanólicos. Posteriormente, mediante el método de Kirby Bauer, se evaluó el efecto inhibitorio de los extractos previamente especificados ante *S. aureus* en cinco concentraciones: 1000 mg/mL, 900 mg/mL, 600 mg/mL, 400 mg/mL y 2000 mg/mL. Los resultados dieron a conocer que los extractos etanólicos demostraron tener un efecto inhibitorio contra *S. aureus*. Específicamente, *Equisetum* generó halos inhibitorios con un rango promedio que variaba de 6.00 hasta 16.67 mm, *Bixa orellana L.* generó halos de inhibitorios con un rango promedio que variaba de 16.40 hasta 27.20 mm y *Piper aduncum L.* mostró halos inhibitorios con un rango promedio que variaba de 10.93 hasta 24.47 mm en las cepas de *S. aureus*. A partir del análisis realizado y su respectiva interpretación, entre los extractos etanólicos que fueron empleados, se observó que el de *Bixa orellana L.* fue el más efectivo al demostrar una sensibilidad mayor ante las cepas de *S. aureus*.

Mendoza y Quispe (10) en 2022, Cusco tuvieron como objetivo “*Desarrollar un enjuague bucal utilizando extractos hidroalcohólicos de dos plantas medicinales:*

*Equisetum arvense* ("cola de caballo") y *Physalis peruviana* ("aguaymanto"), con el propósito de analizar cómo actúa in vitro contra *Streptococcus mutans* ATCC 25175 y evaluar posibles efectos irritantes que pueden ocasionar en la mucosa oral de animales utilizados para el experimento" mediante un estudio experimental. Para el cumplimiento de este objetivo, se hizo uso del método de Kirby Bauer con la finalidad de conocer la sensibilidad del *Streptococcus mutans* ATCC 25175 respecto al enjuague desarrollado. Además, se aplicó el método de macrodilución para establecer la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI), que fue usada en la formulación del enjuague. Se evaluaron las características fisicoquímicas del enjuague, obteniéndose un pH y una densidad de 6,05 y 1,026 g/mL, correspondientemente. El análisis microbiológico confirmó que el enjuague estaba libre de contaminación. Luego, se efectuó un análisis histopatológico para evaluar la irritación en la cavidad bucal de hámsters sirios machos. Durante siete días, se aplicó el enjuague en la bolsa gular izquierda durante cuatro horas diarias. Los resultados macroscópicos y microscópicos revelaron la ausencia de lesiones en el tejido oral, además, se obtuvo un valor de significación de  $>0.05$ , lo que condujo a la aceptación de la hipótesis nula, indicando que el enjuague desarrollado no causó irritación. En síntesis, a partir del análisis realizado y su respectiva interpretación, se concluyó que el enjuague fabricado con extractos hidroalcohólicos de las plantas elegidas exhibe actividad bacteriana contra *Streptococcus mutans* ATCC 25175, semejante al enjuague comercial Listerine, y no irrita la cavidad bucal.

Mendoza y Aguirre (11) en 2022, Lima tuvieron como finalidad "Analizar el potencial antibacteriano in vitro ante cepas de *Shigella dysenteriae* ATCC 13313 y *Salmonella enteritidis* ATCC 14028 del extracto hidroalcohólico obtenido de *Equisetum giganteum* L. (también denominado comúnmente "cola de caballo") mediante un estudio experimental. Para el cumplimiento de este objetivo se aplicó el siguiente

método: La adquisición del extracto vegetal se efectuó mediante el proceso de maceración con etanol al 70%. Se realizó un análisis fitoquímico utilizando el método de Olga Lock. Para evaluar la actividad antibacteriana, se aplicó la metodología de Kirby-Bauer. El grupo experimental incluyó diversas concentraciones (45%, 30%, 15%) del extracto de *Equisetum giganteum L.*, utilizando ciprofloxacino como control positivo. Al momento de analizar la data se emplearon dos pruebas: Tukey y ANOVA. Resultados: Se logró la identificación de metabolitos secundarios, entre los que destacan antraquinonas, taninos, flavonoides, alcaloides y saponinas. De acuerdo con la escala de Duraffourd, se evidenció la actividad antibacteriana contra *Salmonella enteritidis* ATCC 14028 en concentraciones del 45%, 30% y 15%, con un promedio de halo inhibitorio de 11,78 mm, 9,65 mm y 8,25 mm, respectivamente. Asimismo, se observó un efecto similar ante *Shigella dysenteriae* ATCC 13313, en el que se alcanzó un promedio de halo inhibitorio de 12,15 mm, 10,59 mm y 9,05 mm, correspondientemente. El control positivo generó un halo con un valor de 41,43 mm. A partir del análisis realizado y su respectiva interpretación, como conclusión se determinó que el extracto de *Equisetum giganteum L.*, tiene un efecto antibacteriano en concentraciones diferentes antes las dos cepas bacterianas analizadas, y este efecto está asociado con los metabolitos secundarios hallados en el extracto.

Algarate et al. (12) en 2021, Jaén, tuvieron el propósito de “*Evaluar la actividad antibacteriana del extracto acuoso de Equisetum giganteum (también denominado comúnmente “cola de caballo”) ante cepas de Escherichia coli productoras de betalactamasas de espectro extendido (BLEE) y E. coli ATCC*” mediante un estudio experimental. Para cumplir con el objetivo propuesto, se efectuó un estudio controlado y experimental, utilizando una muestra no probabilística que incluyó 12 cepas de *E. coli BLEE* y tres cepas de *E. coli ATCC*. Estas cepas fueron expuestas a un total de 6

concentraciones del extracto de *E. giganteum* (3.13, 6.25, 12,5, 25, 50, 100), y un total de tres repeticiones. En los resultados se definió que la mínima concentración del extracto de *E. giganteum* que generó un efecto inhibitorio del 90% y el 50% de las observaciones (CMI 90 y CMI 50) ante *E. coli* ATCC fue del 70% y 34%, respectivamente. En cuanto a *E. coli* BLEE, estas cifras fueron del 115% y 78%, correspondientemente. De las 9 observaciones realizadas con *E. coli* ATCC, 6 mostraron inhibición a una concentración del 25%, mientras que de las 36 observaciones a un 50%. Durante el análisis no se lograron observar diferencias significativas en el comportamiento inhibitorio de las cepas frente al extracto acuoso de *E. giganteum* ( $p < 0,05$ ). A partir del análisis realizado y su respectiva interpretación se estableció que el extracto de *E. giganteum* ha demostrado poseer actividad antibacteriana ante cepas de *E. coli* ATCC y BLEE, sugiriendo su potencial como una futura fuente de principios activos antimicrobianos con el fin de tratar infecciones provocadas por diversas bacterias con una gran resistencia. Se sugiere que se continúen con investigaciones preclínicas que evalúen la eficacia y seguridad in vitro e in vivo.

Chavez y Ramos (13) en 2021, Huancayo, tuvo por objetivo “*Investigar la actividad antibacteriana que posee el extracto acuoso de Equisetum giganteum L. (también denominado comúnmente “cola de caballo”) ante Staphylococcus epidermidis ATCC N° 12228” mediante un estudio experimental.* Para cumplir dicho propósito se emplearon dos métodos: agar Mueller Hinton y Kirby Bauer se emplearon para evaluar este efecto en un diseño experimental de investigación aplicada, de corte transversal. La muestra vegetal consistió en 5 kg de *Equisetum giganteum L.* (mayormente conocido como cola de caballo), y se utilizó una muestra bacteriana extraída del *Staphylococcus epidermidis* ATCC N° 12228. Los resultados indicaron un destacado efecto antibacteriano contra la bacteria ATCC N° 12228 al comparar el extracto con

ciprofloxacino que se encontró a una concentración de un valor de 40 mg/ml. El extracto de 93-950C generó halos inhibitorios de 21 mm (100%). A partir del análisis realizado y su respectiva interpretación, en conclusión, *Staphylococcus epidermidis* ATCC N° 12228 demostró ser altamente sensible al extracto acuoso de "cola de caballo" debido a su acción bactericida. Esto sugiere su potencial uso en emplastos como agente cicatrizante, dada su eficacia contra microorganismos cutáneos.

Stigler (14) en 2021, Lima tuvo como objetivo de estudio “*Realizar una evaluación de la actividad antibacterial del extracto etanólico de Equisetum Giganteum L. (también denominado comúnmente “cola de caballo”) en Porphyromonas gingivalis” mediante un estudio experimental.* Para el cumplimiento de este objetivo, la población de estudio comprendió 36 placas de Petri, cada una con una cepa del cocobacilo en estudio, distribuidas en tres grupos (12 placas de control negativo fueron analizadas con agua destilada; 12, con clorhexidina al 0.12%; 12. con extracto de *Equisetum giganteum*). Se observó que el efecto del *Equisetum Giganteum L.* fue nulo al 25%, mientras que al 100% se evidenció una respuesta positiva. A las 24 horas, el extracto etanólico al 100% mostró halos de inhibición con un tamaño de 13.50 mm, lo cual fue mayor cuando se comparó con la clorhexidina al 0,12%, la cual presentó halos con un tamaño con un tamaño de 12.50 mm. Después de dos días (48 horas) y a partir del análisis realizado y su respectiva interpretación, se confirmó que el extracto al 100% continuó exhibiendo mejores resultados cuyos halos de inhibición tuvieron un tamaño de 13.80 mm, si se compara con la clorhexidina al 0,12%, que mantuvo halos tuvieron un tamaño diametral de 12.50 mm.

Choque (15) en 2020, Tacna tuvo la finalidad de “*Investigar la actividad antibacteriana que el extracto etanólico de Equisetum arvense (también conocido comúnmente como Cola de caballo) posee en la cepa de P. gingivalis ATCC 33277*”

mediante un enfoque experimental en Tacna en el año 2020. Para cumplir con el objetivo propuesto, en el diseño experimental empleado, se usó el extracto de *Equisetum arvense* con 4 concentraciones diferentes (100, 75, 50 y 25%) y 4 volúmenes (30, 25, 20 y 14  $\mu\text{L}$ ). La elaboración del extracto fue llevada a cabo al macerar *Equisetum arvense* utilizando alcohol 70° durante 7 días, seguida de una deshidratación que fue realizada a una temperatura de 50°C para obtener un extracto seco. A este se le agregó alcohol 70° con el propósito de lograr las diferentes concentraciones. Ambos controles (negativo y positivo) consistieron en Gluconato de Clorhexidina con agua destilada y al 0,12%, correspondientemente. Las placas se incubaron de 48 a 72 horas a una temperatura de 37°C en condiciones de anaerobiosis. Para medir los halos inhibitorios se usó un calibrador de tipo digital conforme a la escala de Duraffourd. Los resultados evidenciaron halos inhibitorios del extracto etanólico, observándose actividad antibacteriana a partir de 15  $\mu\text{L}$  - 30  $\mu\text{L}$  en concentración al 100%, demostrando una notable sensibilidad (++). A partir del análisis realizado y su respectiva interpretación, en conclusión, el extracto de *E. Arvense* tiene efectos antibacterianos sobre *P. gingivalis*, y se observa que hay una asociación directamente proporcional en lo que respecta a la concentración/volumen y la actividad antibacteriana.

### **2.1.2 Antecedentes internacionales**

Baran et al. (16) en 2023, Turquía tuvo el objetivo de “*Determinar el solvente y el método de extracción que maximizara la revelación de las actividades biológicas y los contenidos fenólicos de la planta Equisetum arvense (también conocido comúnmente como Cola de caballo)*” mediante un estudio experimental. Para cumplir el objetivo propuesto, se obtuvieron extractos de hojas y tallos de *Equisetum arvense* mediante los métodos de soxhlet y maceración, utilizando cinco solventes diferentes. El

contenido fenólico total (CPT) de los extractos fue cuantificado a través del método de Folin-Ciocalteu; por otro lado, la actividad antioxidante se evaluó por medio de la prueba de eliminación de radicales DPPH, y la actividad antibacterial fue identificada por medio del método de difusión en disco. En relación a los resultados obtenidos sobre la actividad antibacterial, se observó que el extracto metanólico de hoja, preparado mediante el método de maceración, mostró zonas de inhibición de 14,5 mm en *S. aureus*, 14,2 mm en *S. epidermidis* y 14 mm en *E. faecalis*. En cuanto al contenido fenólico total, se encontró que el extracto metanólico de hoja preparado por soxhlet fue del 85.1%, el extracto acetónico del 84.5%, el extracto metanólico preparado por maceración del 83%, y el extracto acetónico del 84.1%, en términos de la captación del radical DPPH. El análisis determinó que el método de maceración exhibió mejores resultados en la cuantificación del contenido fenólico total y la actividad antimicrobiana, mientras que el método soxhlet fue más efectivo para evaluar la actividad antioxidante. Se concluyó que el metanol y la acetona son los solventes ideales para llevar a cabo estudios de actividad antioxidante y antimicrobiana del CPT en la planta *E. arvense*. A partir del análisis realizado y su respectiva interpretación, este estudio, por primera vez, analizó por separado las hojas y los tallos de los vegetales, comparando sus actividades biológicas de manera detallada. Además, proporciona datos integrales que investigan y comparan las actividades antioxidantes y antimicrobianas de la planta *E. arvense* utilizando varios solventes y métodos.

Tenorio (17) en 2020, Ecuador planteó como objeto de investigación “*Examinar el impacto que tres extractos etanólicos de diferentes plantas, a saber, diente de león (Taraxacum officinale), cola de caballo (Equisetum bogotense) y ruda (Ruta graveolens), tienen cuando se inhibe el crecimiento de Fusarium oxysporum*” mediante un estudio experimental. Para el cumplimiento de este objetivo, estos extractos fueron

conseguidos después de aplicar el método de ultrasonido. Se observó que la actividad inhibitoria de cada extracto varió según la planta utilizada y el tiempo de evaluación. Los resultados indican que los tres extractos exhiben una marcada actividad antifúngica contra el hongo, destacando especialmente la cola de caballo, cuyo extracto mostró la mayor inhibición del crecimiento micelial a una concentración del 5%, gracias que los metabolitos secundarios estuvieron presentes. En cuanto a la variable de UFC/ml, se estableció que el extracto con mayor efectividad fue el de las hojas de ruda al 5%, mientras que, a una concentración del 10%, la raíz de diente de león demostró ser más eficaz. A partir del análisis realizado y su respectiva interpretación, estos resultados sugieren que se desarrollen biofungicidas para controlar las enfermedades, lo que podría contribuir a reducir la dependencia de fungicidas químicos.

Hulya (18) en 2019, Turquía con el objeto de “*Evaluar la actividad antimicrobiana de distintas plantas medicinales*” mediante un estudio experimental. Para el cumplimiento de este objetivo, se efectuó un estudio experimental in vitro y se encontró que se utilizaron organismos de prueba para evaluar la actividad antimicrobiana. Específicamente, *Listeria monocytogenes* (ATCC 15313), *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) y *Saccharomyces cerevisiae* (ATCC 9763) son grampositivas, mientras que *Escherichia coli* (ATCC 25922) y *Salmonella typhimurium* (ATCC 14028) son gramnegativas. Se midieron y encontraron zonas de inhibición del extracto de metanol de bayas de enebro (*Juniperus communis*) contra *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*, siendo de 18 mm, 8 mm y 18 mm, correspondientemente. Las zonas de inhibición del extracto de metanol de cola de caballo (*Equisetum arvense*) contra *Staphylococcus aureus* y *Salmonella typhimurium* fueron de 9 mm y 10 mm, respectivamente, como se observa en la Tabla 1. Las zonas de inhibición del extracto de metanol de anís estrellado (*Illicium verum*)

contra *Saccharomyces cerevisiae*, *Salmonella typhimurium*, *Listeria monocytogenes* y *Staphylococcus aureus* fueron 18 mm, 11 mm, 19 mm, y 15 mm, respectivamente. Las zonas de inhibición del extracto de metanol de hojas de uva (*Cornus domestica*) contra *Staphylococcus aureus* y *Salmonella typhimurium* fueron de 12 mm y 12 mm, respectivamente. La actividad antimicrobiana más alta y más baja se observó contra *Listeria monocytogenes* (anís estrellado - *Illicium verum*) y *Escherichia coli* (extracto de metanol de bayas de enebro - *Juniperus communis*), con zonas de inhibición de 19 mm y 8 mm, respectivamente. Se encontró que los extractos de metanol eran más efectivos contra bacterias grampositivas. Esto podría deberse a que las bacterias gramnegativas tienen una estructura multicapa que consiste en una capa de lipopolisacáridos en la pared externa de la célula. Esta estructura asegura que las bacterias gramnegativas sean más resistentes a los microorganismos en el rango de 8-19 mm en la actividad antimicrobiana de las plantas. No se detectó actividad antimicrobiana contra *Salmonella typhimurium* y *Saccharomyces cerevisiae* (extracto de metanol de bayas de enebro - *Juniperus communis*). No se detectó actividad antimicrobiana contra *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* y *Saccharomyces cerevisiae* (extracto de metanol de cola de caballo - *Equisetum arvense*). A partir del análisis realizado y su respectiva interpretación, no se detectó actividad antimicrobiana contra *Escherichia coli* (anís estrellado - *Illicium verum*). No se detectó actividad antimicrobiana contra *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium* y *Saccharomyces cerevisiae* (extracto de metanol de hojas de uva - *Cornus domestica*).

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Actividad antibacteriana**

Es aquella capacidad que tiene una sustancia para inhibir o eliminar el crecimiento y la supervivencia de microorganismos, como bacterias, virus, hongos o protozoos. En el contexto de un extracto de planta, como el extracto etanólico de *Equisetum arvense* (también conocido comúnmente como cola de caballo), la actividad antimicrobiana implica la capacidad de este extracto para prevenir o reducir el desarrollo de microorganismos patógenos, en este caso, específicamente sobre *Porphyromona gingivalis*, una bacteria asociada con enfermedades periodontales (19).

### **Las plantas medicinales**

Las plantas medicinales se emplean con la finalidad de tratar diversas enfermedades y es una de las mejores fuentes para elaborar medicamentos. En muchos países, la medicina tradicional es la base utilizada para desarrollar la medicina moderna, ya que actualmente se están utilizando plantas medicinales con el propósito de lograr tratar diversas enfermedades (20). Las plantas medicinales se clasifican de acuerdo con la importancia de su uso: son empleadas para terapias, constituyen uno de los elementos para lograr la manipulación terapéutica y son empleadas por las manufacturas farmacéuticas con el fin de obtener sus principios activos. El empleo terapéutico de las fuentes vegetales con características medicinales es para disminuir o evitar que los pacientes se expongan a productos tóxicos, causar un menor daño medioambiental y lograr una terapia eficaz (21).

## **Tratamiento con uso de plantas**

### **Fitoterapia**

El término Fitoterapia es la denominación atribuida al uso medicinal de las plantas que se aplican en seres humanos o para algún fin curativo. Se ha identificado la existencia de una diversidad de especies vegetales que suelen ser usadas por sus rasgos característicos curativos (22). Este saber sobre el uso de las plantas proviene de las civilizaciones antiguas en todos los continentes; a esto se le conoció como farmacopea medieval. La fitoterapia dejó un gran aporte a la ciencia, por lo que es utilizado por la actual civilización con ayuda de recursos tecnológicos. En el siglo XXI, se ha observado que la fortaleza de los microorganismos crece a pasos agigantados; debido a esto, las plantas que fueron empleadas para fines determinado, ahora, son usada en los laboratorios con la finalidad de combatir, modificar y alterar nuevas bacterias y enfermedades (23).

Actualmente, las instituciones y las organizaciones mundiales sobre la salud decidieron implementar políticas respecto a la aplicación o uso de plantas, con la finalidad de que las especies vegetales puedan ser utilizadas correctamente y suministradas como medicina. Una de estas organizaciones es la OMS, la cual da a conocer la relevancia de la fitoterapia para prevenir y tratar las enfermedades antiguas y nuevas (24). Las plantas medicinales han captado el interés de médicos porque tiene un gran valor e importante para el mercado farmacológico en vista que tiene propiedades que permiten la curación de diversas enfermedades. Debe entenderse que la medicina tradicional ha tomado como referencia las bases científicas y es la fitoterapia la primera forma curativa y la más vigente hasta hoy en día (25).

En otros términos, la fitoterapia es definida como el uso de las especies vegetales con fines curativos y medicinales, con el propósito de garantizar el bienestar de las personas y su organismo. Hasta la actualidad sigue siendo una práctica a la cual se recurre con frecuencia por su efectividad (26). Durante un largo periodo, la personas con conocimientos sobre las plantas y los médicos rurales ha creado remedios naturales para tratar los problemas del organismo y enfermedades, puesto que llegó a ser el único y principal recurso que estaba disponible en ese entonces. Por tanto, la fitoterapia se ha enfocado en conocer las propiedades medicinales de los vegetales con el propósito de incrementar las posibilidades para su empleo: vacunas, productos o fármacos (27).

### **Fitoterapia en Odontología**

La aplicación de esta ciencia en las diferentes áreas médicas desempeña un rol esencial en la medicina alopática; es decir, se emplean los activos principales de los vegetales para tratar los problemas físicos que suelen aquejar a las personas, tales como las inflamaciones, las infecciones, las dolencias (28). Dentro de la aplicación de la fitoterapia en el área medicinal existe el producto fototrópico y la síntesis química. La diferencia entre ambos es el nivel de efectividad, ya que el primero siente su efectividad en su conjunto de componentes y principios naturales; el segundo, sobre una molécula aislada analizada en un laboratorio (29).

El objetivo de la fitoterapia en el campo odontológico es el ofrecimiento de productos con menos toxicidad y mayor accesibilidad, pues los componentes que deben contener los productos bucales no deben dañar la cavidad oral. Son diversas las sustancias que se utilizan como agente antiséptico para tratar las afecciones bucales, puesto que destacan por tener propiedades terapéuticas (30). El propóleo se ha

convertido en uno de los compuestos más utilizados en el campo odontológico. Es un compuesto químico bastante complejo que es recolectado por las abejas; es empleado para tratar las lesiones bucales y en diversas áreas odontológicas: periodoncia, endodoncia, cardiología, y demás (31).

Otro de los productos Fitoterapéuticos más usados en el área odontológica es el ajo (*Allium sativum*) porque posee propiedades que han demostrado ser aptas si se pretender combatir los patógenos de la cavidad bucal (26). De este modo, se observa que existen una gran diversidad de especies vegetales que se usan en el área fotográfica para la elaboración de productos químicos que tienen por objetivo combatir las bacterias que se alojan en la biopelícula bucal (31).

En el campo odontológico, la fitoterapia es utilizada como analgésico con el objeto de calmar el dolor dental. Debido a que se desconocen sus beneficios, los odontólogos presentar ciertos problemas en sus labores, puesto que, dentro de las medidas naturales y las actualizaciones sobre cuidado bucal, se halla el empleo de frutas y vegetales que son remedios de tipo natural para estimular o calmar las necesidades bucales del paciente (32).

### **2.2.2 Extracto de *Equisetum arvense***

Es aquella preparación botánica que utiliza etanol como solvente para extraer compuestos químicos de la planta *Equisetum arvense*, comúnmente conocida como cola de caballo (25).

### *Equisetum*

El género *Equisetum*, clase *Equisetaceae*, suele ser conocido con la denominación “cola de caballo”, terminología que deriva de las palabras latinas “*Equus*” Caballo y “*seta*” pelo. Esta planta tiene un sistema vascular poco desarrollado, además de ser esporofítica, por lo cual es dominante. Se caracteriza principalmente por presentar hojas reducidas que al juntarse crean una cubierta en los tallos y tallos silicios. Su reproducción es mediante rizomas (25). El ambiente ideal para esta planta son áreas geográficas con cierto nivel de humedad y suelen vivir en superficies arenosas, paredones y con muchas rocas. Cabe precisar que el género *Equisetum* no es exigente geográficamente porque crecen en muchas zonas, a excepción de las estaciones invernales o clima bajo cero, ya que su temperatura es mortal para esta planta. Hoy en día, se han identificado 16 especies del género en diversos estados con clima diferentes, y es nativa de América (33).

Su tamaño varía entre uno a tres metros de altura. En la antigüedad, los *Equisetum* cubrían gran parte de los bosques continentales y los arroyos americanos. Por sus características físicas, presentan escamas, lo cual ocasiona raspaduras y una sensación de directa al tacto (12). Respecto a su composición química, la cola de caballo ha sido utilizada en el área médica con la finalidad de tratar enfermedades, curar heridas, reforzar y proteger determinadas partes del cuerpo (34).

El género *Equisetum*, suele ser conocido como “cola de caballo”, debido a su apariencia que tiene forma de eje, además, no tiene flores ni frutos (25). Es una especie vegetal estilo hierba y se ha identificado que se reproduce de modo vegetativo por medio de rizomas, esporas y esporofitos de manera sexual, en su mayoría, en climas

lluviosos; también evidencian un nexo simbiótico con las micorrizas. Una de sus principales características es su forma curva, lo que le permite una rápida distribución y absorción del agua a través de sus entrenudos y nudos (11).

### **Descripción botánica**

Es una planta alta y robusta. De acuerdo con las investigaciones, tiene una longitud de uno a dos metros de altura y, en ciertas ocasiones, puede llegar hasta los cinco metros de altura. Su tallo principal tiene un diámetro de uno a dos centímetros, con nudos compuestos por alrededor de 24 - 30 hojas verticiladas que tienen forma de dientes (12). Tiene ramas laterales verticiladas, las cuales se originan a partir de los nudos que surgieron en el tallo principal y muestran características semejantes, a excepción del diámetro porque muestra una mayor delgadez. Posee dos clases de tallos aéreos: fértiles y estériles. El primero se desarrolla en la etapa primaveral y, posteriormente, desaparecen. El segundo, crece después del surgimiento de los fértiles. Durante su etapa reproductiva, presenta estróbilos, los cuales se ubican en las terminaciones de las ramas laterales y el tallo (35).

### **Distribución geográfica**

Es una planta que puede ser encontrada en la mayoría de los países, de ahí que es conocida por ser una planta cosmopolita. Es originario de Sudamérica y Centroamérica, y ha colonizado diversas áreas deforestadas al crecer en ambientes pantanosos y orillas de lagos (36,37). En Perú, esta planta crece en la mayoría de los departamentos y en ambientes húmedos; así también, crece en climas de hasta 4200 m de altitud (25).

### **Ubicación taxonómica**

*Equisetum arvense* procede de una familia arbórea primitiva cuya antigüedad data de alrededor de 400 millones de años. Es una planta que ha sobrevivido de un conjunto de plantas que hubo en periodos triásico y devónico, los cuales son conocidos debido que se encontraron ciertos restos fósiles de la paleozoico. *Equisetum arvense* posee una clasificación taxonómica que ha sido establecida de la siguiente forma: (38)

### **Composición química**

La “cola de caballo” tiene un contenido alto de silicio, el cual se evidencia en forma de ácido sílico. En comparación con toda la flora europea y americana, se manifiesta que el *Equisetum* posee la mayor concentración del compuesto químico en cuestión. Está constituido por alrededor de 3.39% de silicio, el cual se localiza en la epidermis, específicamente, la membrana externa de las hojas y los tallos. La concentración es mayor en las raíces, motivo por el cual no es utilizado en la terapéutica. De modo general, se señala que los flavonoides, las saponinas y el sílico son los encargados de brindar el potencial terapéutico de la planta en cuestión. Así también, en la literatura se ha descrito que las ramas laterales estériles y los tallos principales son los más empleados para obtener la mayor parte de sus propiedades curativas (25).

De acuerdo con el análisis de la data realizado sobre la composición química, la cola de caballo, en varios de sus órganos, posee más de 210 compuestos naturales fitoquímicos entre los cuales destacan los compuestos fenólicos, tales como los ácidos fenolcarboxílicos y flavonoide; debido a esto, son los más investigados (35). Los

flavonoides que el género *Equisetum* produce tiene la siguiente tipología: flavan-3-oles, flavanonas, flavonoles y flavonas (34).

Respecto a los flavonoles, estos son los flavonoides que más dominan en este género. Estos presentan una baja toxicidad y un espectro amplio de acción biológica, lo que es prometedor en el área de salud porque, según una serie de estudio, son agentes medicinales que poseen propiedades antioxidantes, antibacterianas, antiinflamatorias y anticancerígenas muy eficaces (36).

En una investigación experimental se empleó un extracto acuoso de la “cola de caballo” y se analizaron los elementos del principio activo de dicho extracto. A partir de esto, se encontró que existen tres principios activos fundamentales.(35)

**Alcaloides:** posee 0.02 uI/ml de compuesto. Debido a sus características, pueden intercalarse con el ADN, además, sintetizan las proteínas e inhiben las enzimas de los carbohidratos, por medio de los cuales demuestra sus efectos inhibitorios cuando se genera el crecimiento de patógeno (35).

**Taninos:** posee 0.03 ul/ml de compuesto. Son compuestos fenólicos y se caracterizan por estar constituido por más de 30 tipos, que tienen la capacidad de inhibir microorganismos, para ejemplificar: las bacterias y los hongos (35).

**Flavonoides:** posee 0.02 ul/ml de compuesto. Son compuestos fenólicos (como los taninos) y se encuentran en la “cola de caballo”. Forman complejos con dos elementos particulares: las proteínas extracelulares y solubles de la pared de la bacteria, lo que le brinda su propiedad antimicrobiana (35).

### **Propiedades medicinales del género *Equisetum***

En su uso tradicional, esta planta posee diversos usos medicinales que se aplican en las diferentes regiones del país; no obstante, su empleo es realizado de forma empírica porque se desconoce la posología y sus efectos adversos si se consumen en altas cantidades. En este contexto, se motiva a los profesionales de salud que realicen intervenciones educativas en las comunidades para que las personas conozcan cómo se usa responsablemente (31).

En los siguientes acápites, se detallan las propiedades medicinales más importantes de la “cola de caballo” que se relaciona con los beneficios que mantienen un periodonto saludable.

#### **Antiinflamatorio**

En una investigación se evaluó los efectos antiinflamatorios de la “cola de caballo”, los cuales fueron mediados por el contenido alto en sílice. En los resultados se evidenció que, en presencia de diferentes preparaciones de la planta en cuestión, había una significativa inhibición en la proliferación de linfocitos T mediante los mecanismos de apoptosis (5).

En un estudio experimental se demostró que la “cola de caballo” aplica su efecto antiinflamante cuando suprime la actividad que tiene la proteína JNK, la cual se caracteriza por tener una elevada participación en diversos procesos celulares, principalmente, de tipo inflamatorio. Asimismo, ha logrado demostrarse que, en las células T, elimina la expresión del TNF- $\alpha$  (factor de necrosis tumoral), lo cual es muy importante porque estimula la producción de mediadores que inflaman, amplifica y

mantiene la respuesta inflamatoria hasta que disminuya la capacidad reparativa periodontal (28).

### **Antioxidante y anticancerígeno**

Es conocido que los flavonoides y los fenoles que la “cola de caballo” contiene, son capaces de proporcionar hidrógenos y electrones, lo que, también reducen el conjunto de radicales libres que hay en el organismo. Debido a esto, aquellos que consumo dicha planta tiene una mayor posibilidad de evitar el desarrollo de células del cáncer (16).

La “cola de caballo” posee capacidades anticancerígenas y antioxidantes eficaces. En las investigaciones donde se analizó el extracto etanólico de dicho vegetal, se demostró que posee efectos citotóxicos (elimina las células cancerígenas), beneficia el combate contra las líneas celulares del carcinoma pulmonar. Asimismo, procede a activar la muerte de la célula en AsPC-1 (carcinoma pancreático) e induce a la apoptosis, por lo que ha llegado a ser considerado un gran supresor cancerígeno (26).

### **Antimicrobiano**

Muchas investigaciones han evaluado su efecto antimicrobiano ante microorganismos que son gran interés en el campo médico relacionados con infecciones uropatógenas, por ejemplo, *C. albicans* y *Escherichia Coli*, y a bacterias como *Staphylococcus aureus*. Se han realizado estudios cuyo objeto de investigación son los microorganismos (*C. albicans*) y las bacterias patógenas orales (*P. gingivalis* y *S. mutans*), los cuales se adhieren a las prótesis de los dientes y dan como resultado que *E.*

*arvense* muestra un efecto antibacteriano sobre aquellos organismos microscópicos que se estudian en el área odontológica (11–14).

### **Hemostático**

Se realizó en otro estudio el análisis de la actividad hemostática de la “cola de caballo” y estableció que posee propiedades anticoagulantes y coagulantes, las cuales dependen de modo directo de dos factores específicos: la capacidad antioxidante y la concentración de fenoles que posee el extracto de la planta en cuestión. Los efectos anticoespesante del extracto de dicha planta se observan cuando se observa que posee una máxima capacidad antioxidante y concentración de fenoles. En cambio, si el extracto tiene una concentración de fenoles mínima, se convertirá en un agente coagulante (11).

### ***Porphyromona gingivalis***

*Porphyromonas gingivalis* es un cocobacilo no móvil, Gram-negativo, asacrolítico, anaerobio estricto y pertenece al filo *Bacteroidetes*. Es una bacteria periodontopatógena altamente agresiva y prevalente en una periodontitis crónica; en raras ocasiones se encuentra presente en un periodonto saludable. Se le considera un factor de riesgos para infecciones pulmonares (como la neumonía por aspiración), enfermedades sistémicas inflamatorias, bajo peso al nacer, parto pretérmino, afecciones cardíacas (por ejemplo, el infarto del miocardio y enfermedad cardíaca aterosclerótica), debido a que se encuentra en placas ateroscleróticas y, según lo investigado, puede ser un factor que participa en el desarrollo de Alzheimer (14).

## **Factores de virulencia**

*P. Gingivalis* abarca diversos factores de virulencia, entre los que destacan enzimas proteolíticas, enzimas proteolíticas, hemaglutininas, lipopolisacáridos (LPS) y cápsula (39).

### **Estructura de un lipopolisacárido.**

**Cápsula:** La cápsula de *P. gingivalis* está compuesta por polisacáridos. Brinda estabilidad a la estructura de la bacteria y desempeña un rol esencial para evadir la respuesta inmune, razón por la cual elude la opsonización, la acción del complemento y la fagocitosis (15).

**Lipopolisacárido:** *P. gingivalis* contiene lipopolisacáridos en la membrana externa, el cual produce inflamación gingival y obstaculiza la homeostasis inmunológica del agente donde se hospeda el patógeno. El lipopolisacárido induce a que se produzcan IL-8 e IL-6 desde los fibroblastos que forman parte del ligamento periodontal de las personas (15).

**Vesículas de membrana externa:** En su interior, muestran múltiples enzimas, tales como lipopolisacáridos, hemolisinas, fosfatasa alcalina, proteasas y fosfolipasa C, la cuales dañan las células (15).

**Hemaglutininas:** Fomentan la colonización En células humanas por medio de la unión de bacterias a receptores oligosacáridos (15).

**Fimbrias:** Tienen la capacidad de unir células, moléculas y sustratos, así como las propiedades de inducción de citoquinas y quimiotácticas. Además, permiten que el microorganismo colonie la cavidad oral y colonice los tejidos periodontales (15).

**Proteinasas cisteinproteasas:** Brindan los nutrientes necesarios para garantizar el crecimiento bacteriano y genera daño colateral en el hospedero por medio de la degradación del colágeno. Este tipo de proteínas se encargan de la producción del 85% de la actividad proteolítica que genera *P. gingivalis* y la actividad tipo tripsina. Así también, degrada el fibrinógeno y la fibronectina y une las células epiteliales (15).

**Proteinasas no cisteinproteasas:** Abarca proteasa, colagenasa, hemaglutinina, periodontina y dipeptidilpeptidasa (15).

**Inductor de metaloproteinasas de la matriz:** Es generado por macrófagos, leucocitos y fibroblastos al ser incitados por *P. gingivalis*. Ocasionalmente ocasionan la degradación de gran parte de las moléculas pertenecientes a la matriz extracelular, por ejemplo, la laminina, la fibronectina y el colágeno (15).

### **Transmisión**

Se ha encontrado pruebas que evidencian que la *P. gingivalis* puede ser transmitida de padres a hijos (generacional) a través de la transmisión vertical. Así también, se ha demostrado por medio de la aplicación de métodos moleculares que la transmisión horizontal del cocobacilo se produce entre parejas. Sin embargo, no ha logrado demostrarse que las enfermedades periodontales sean contagiosas (14).

## **Fisiopatología**

*P. gingivalis* es un colonizador secundario perteneciente al surcogingival. La colonización de esta bacteria se debe a que posee la capacidad de adhesión brindada por las fimbrias; aparte de la acción ejercida por las vesículas de hemaglutininas y membrana. Se caracterizan por poseer la capacidad para generar una invasión en las células epiteliales en un tiempo no mayor a 20 minutos y por replicarse dentro de estas, lo cual le brinda la capacidad de que evada la respuesta inmune donde se hospeda. Debido a que posee una capacidad proteolítica, genera una respuesta inflamatoria en el surco y ocasiona que se altera la respuesta adaptativa e innata de hospedero, Hace que el proceso que destruye el periodonto se vuelva crónico (14).

### **2.3 Formulación de hipótesis**

#### **2.3.1 Hipótesis general**

**Ha:** Existen diferencias significativas en la actividad antibacteriana del extracto etanólico de *Equisetum arvense* sobre *Porphyromona gingivalis* in vitro, en función de la concentración utilizada.

**Ho:** Existen diferencias en la actividad antibacteriana del extracto etanólico de *Equisetum arvense* sobre *Porphyromona gingivalis* in vitro, en función de la concentración utilizada.

### 2.3.2 Hipótesis específicas

**He<sup>1</sup>:** Existe al menos una concentración de *Equisetum arvense* (cola de caballo) que muestra una actividad antibacteriana significativamente mayor sobre *Porphyromona gingivalis* en comparación con otras concentraciones.

**Ho:** No existe al menos una concentración de *Equisetum arvense* (cola de caballo) que muestra una actividad antibacteriana mayor sobre *Porphyromona gingivalis* en comparación con otras concentraciones.

## CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

### 3.1 Método de la investigación

El método hipotético-deductivo en ciencia implica formular hipótesis para explicar fenómenos, deducir predicciones verificables, realizar experimentos, analizar resultados y aceptar, modificar o descartar hipótesis según la evidencia (40).

### 3.2 Enfoque de la investigación

El enfoque cuantitativo es un método investigativo que consiste en emplear técnicas estadísticas y datos numéricos con el propósito de analizar fenómenos, medir variables y establecer patrones o relaciones en estudios científicos (41).

### 3.3 Tipo de investigación

En el contexto de estudio, la investigación aplicada se centra en utilizar los conocimientos científicos y teóricos existentes para abordar y resolver problemas prácticos específicos. Su objetivo es aplicar los resultados de la investigación para mejorar procesos, productos o situaciones reales (41).

### 3.4 Diseño de la investigación

Este estudio se caracterizó por ser experimental ya que manipuló variables para investigar causalidad. Se denominó también como *in vitro*, ya que se realizó en un entorno controlado fuera del organismo; además fue prospectivo, al recolectar datos futuros. Y finalmente se denominó como longitudinal, ya que se observaron y

recopilaron datos a lo largo del tiempo para comprender cambios y tendencias en las variables estudiadas (41).

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

#### **Población**

La población es el grupo completo de componentes o sujetos que comparten características específicas y son objeto de estudio (41). Para este experimento se contó con el cultivo de cepas estándares de *Porphyromona gingivalis* en 10 placas Petri.

#### **Criterios de inclusión**

- Placas con cultivos de *P. gingivalis* y discos con contenido de múltiples concentraciones del extracto etanólico de *E. arvense*

#### **Criterios de exclusión**

- Placas con cultivos sin crecimiento.
- Placas con cultivos contaminados.
- Placas con cepas que no corresponden.
- Placas con diferentes concentraciones de extracto de *E. arvense* planteado.

#### **Muestra**

La muestra es entendida como una selección representativa de ese conjunto poblacional utilizada para realizar observaciones o mediciones, generalizando los resultados a la población más amplia (41). La muestra estuvo conformada por 10 placas Petri cada una con 5 discos en concentraciones al 6,25%, 12,5%, 25%, 50% y 100%.

## **Muestreo**

En esta investigación, la muestra se determinó mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, lo que significa que los participantes fueron seleccionados de manera intencional debido a su accesibilidad y disponibilidad en el momento de la recolección de datos. Esta estrategia de muestreo permitió a la investigadora elegir a los sujetos que mejor se adaptaran a los criterios establecidos para el estudio, sin recurrir a un proceso aleatorio (41).

### 3.6 Variables y operacionalización

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Escala de medición	Escala valorativa
Actividad antibacteriana del extracto de <i>E. Arvense</i>	Es aquella preparación botánica que utiliza etanol como solvente para extraer compuestos químicos de la planta <i>Equisetum arvense</i> , comúnmente denominada cola de caballo (25).	Extracto obtenido de la maceración de etanol mediante la utilización de <i>E. arvense</i> .	-	Concentración del extracto	Razón	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Concentración de 6,25 mg/ml de <i>E. arvense</i>.</li> <li>- Concentración de 12,5 mg/ml de <i>E. arvense</i>.</li> <li>- Concentración de 25 mg/ml de <i>E. arvense</i>.</li> <li>- Concentración de 50 mg/ml de <i>E. arvense</i>.</li> <li>- Concentración de 100 mg/ml de <i>E. arvense</i>.</li> </ul>
<i>Porphyromona gingivalis</i>	Es una bacteria periodonto patógena altamente agresiva y prevalente en una periodontitis crónica; en raras ocasiones se encuentra presente en un periodonto saludable (19).	Es aquella reacción de inhibición del desarrollo de <i>Porphyromona gingivalis</i> como consecuencia de la presencia del extracto etanólico de <i>E. arvense</i> la cual puede identificarse con la escala de Duraffourd.	-	Escala de Duraffourd	Razón	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nula: Menos de 8mm.</li> <li>- Sensible límite: Entre 8 a 14 mm.</li> <li>- Sensibilidad media: 15 a 19 mm.</li> <li>- Sumamente sensible: de 20 mm a más.</li> </ul>

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

#### **3.7.1 Técnica**

La técnica de observación es un método de recopilación de datos que envuelve la vigilancia y registro sistemático de comportamientos, eventos o fenómenos en un entorno específico. Se basa en la atención directa y la documentación detallada de lo que ocurre, sin intervención activa en el proceso observado. La observación directa y sistemática de los fenómenos o comportamientos estudiados permite una recopilación de datos detallada y objetiva. Esta técnica posibilita capturar información en tiempo real, lo que resulta esencial para comprender las dinámicas y variaciones que pueden ocurrir durante el desarrollo del experimento (40).

#### **3.7.2 Descripción**

Para efectuar el experimento, se utilizó una ficha para recolectar datos elaborada en base al elaborado por Huachaca (42), donde se registraron los resultados obtenidos a partir de los halos inhibitorios al inicio y al final de la actividad antibacteriana, que fue después de un plazo de 7 días.

#### **Proceso:**

#### **Obtención del extracto etanólico de *E. arvense***

La cosecha del material vegetal se realizó a temperatura ambiente. Posteriormente, se remojó adecuadamente en un solvente (etanol) el material vegetal fragmentado hasta que se observó que ingresaron y disolvieron las porciones solubles. Se utilizó un táper con tapa para evitar que la solución fuera violentada; la planta se colocó en el etanol y

se tapó. Además, se dejó reposar por un periodo de 2 a 14 días con agitación eventual. Luego, se destiló el líquido, se apretó lo sobrante, se empleó un evaporador rotatorio para recuperar el solvente y se obtuvo el extracto.

### **Obtención de las cepas de *P. gingivalis***

En cuanto a la cepa, se empleó un microorganismo patógeno con cierta relevancia clínica proporcionado por un laboratorio en Lima: *Porphyromona gingivalis*. Se procedió a multiplicar las colonias uniformes de las cepas de *Porphyromona gingivalis*; para ello, fue necesario utilizar el agar VHI porque es un medio enriquecido que se caracteriza por tener un bajo nivel de oxígeno y ayuda a la proliferación de las bacterias durante hasta tres días. Este agar fue el elegido, ya que, como se sabe, *Porphyromonas gingivalis* se caracteriza por ser un patógeno anaerobio exigente y de crecimiento difícil.

### **3.7.3 Validación**

La ficha fue sometida a un juicio de expertos para evaluar y verificar la validez del instrumento de estudio. Este proceso consistió en la revisión por parte de profesionales con experiencia en el área de investigación, quienes evaluaron la relevancia, claridad y pertinencia de los ítems incluidos en la ficha. La validación por juicio de expertos permitió garantizar que el instrumento estuviera alineado con los objetivos del estudio y que midiera de manera adecuada las variables de interés (43).

### **3.7.4 Confiabilidad**

Se empleó la técnica de confiabilidad entre evaluadores en esta investigación, dado que se utilizó una ficha para registrar los resultados observados, lo que permitió

evaluar la concordancia o consistencia entre los distintos observadores al recabar la información. Su implementación garantizó que las observaciones consignadas en la hoja de recolección fueran precisas, uniformes y fiables (43).

El análisis realizado permitió determinar una correlación intraclase excepcionalmente alta ( $CCI = 0,998$ ), con un intervalo de confianza del 95% entre 0,997 y 0,999, lo que refleja una consistencia sobresaliente entre los evaluadores en la medición del halo de inhibición. Además, el valor de  $p$  resultó ser significativo ( $p < 0,000$ ), lo que confirma la fiabilidad de las mediciones realizadas por los evaluadores.

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

Se empleó el programa Excel para la organización de los datos obtenidos durante la fase experimental, realizando un análisis detallado mediante tablas y gráficos. Se llevaron a cabo análisis estadísticos descriptivos, como la distribución de frecuencias, con el fin de calcular la desviación estándar y la varianza. Además, se realizaron análisis estadísticos inferenciales.

Con el objeto de evaluar la distribución de datos, se llevó a cabo la prueba de Shapiro-Wilk, pues la muestra era menor a 30. Para las muestras independientes, se aplicó la prueba T-student, ya que se comparaba el efecto antibacteriano que poseía el extracto etanólico en concentraciones diferentes. En el caso de la comparación de todas las concentraciones, se utilizó la prueba ANOVA, y para verificar las diferencias estadísticas se empleó la prueba Post Hoc. El análisis de datos se ejecutó utilizando el paquete SPSS V25.

### **3.9 Aspectos éticos**

Durante la ejecución de este estudio, se tuvieron en cuenta en todo momento los principios éticos esenciales de la investigación en seres humanos, que abarcaban el respeto a la persona, la beneficencia, la no maleficencia y la justicia. Además, se siguieron los protocolos de microbiología clínica y los estándares de bioseguridad recomendados por el laboratorio en función de la naturaleza del presente estudio. Asimismo, se aseguró el cumplimiento futuro de las normativas de derechos de autor según el formato Vancouver.

## CAPITULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 4.1 Resultados

#### 4.1.1 Análisis descriptivo de resultados

**Tabla 1.** Actividad antibacteriana del extracto etanólico de *Equisetum arvense* a la concentración de 6.25 mg/ml, sobre cepas de *Porphyromona gingivalis*, estudio in vitro en Lima, 2024.

<b>Halo de inhibición al 6,25% (mm)</b>	
N	10
Media	0.00
Desviación estándar	0.00
Mínimo	0
Máximo	0

De la tabla, la media y la desviación estándar indica que no hubo efecto observable del extracto etanólico de *Equisetum arvense* a una concentración de 6.25 mg/ml en la inhibición del crecimiento de *Porphyromona gingivalis* en este estudio in vitro, ya que todos los valores de la medida fueron 0 mm y no hubo variabilidad en los datos.

**Tabla 2.** Actividad antibacteriana del extracto etanólico de *Equisetum arvense* a la concentración de 12.5 mg/ml, sobre cepas de *Porphyromona gingivalis*, estudio in vitro en Lima, 2024.

<b>Halo de inhibición al 12,5% (mm)</b>	
N	10
Media	0.00
Desviación estándar	0.00
Mínimo	0
Máximo	0

De la tabla, la media y la desviación estándar indica que no hubo efecto observable del extracto etanólico de *Equisetum arvense* a una concentración de 12.5 mg/ml en la inhibición del crecimiento de *Porphyromona gingivalis* en este estudio in vitro, ya que todos los valores de la medida fueron 0 mm y no hubo variabilidad en los datos.

**Tabla 3.** Actividad antibacteriana del extracto etanólico de *Equisetum arvense* a la concentración de 25 mg/ml, sobre cepas de *Porphyromona gingivalis*, estudio in vitro en Lima, 2024.

<b>Halo de inhibición al 25% (mm)</b>	
N	10
Media	0.00
Desviación estándar	0.00
Mínimo	0
Máximo	0

De la tabla, la media y la desviación estándar indica que no hubo efecto observable del extracto etanólico de *Equisetum arvense* a una concentración de 25 mg/ml en la inhibición del crecimiento de *Porphyromona gingivalis* en este estudio in vitro, ya que todos los valores de la medida fueron 0 mm y no hubo variabilidad en los datos.

**Tabla 4.** Actividad antibacteriana del extracto etanólico de *Equisetum arvense* a la concentración de 50 mg/ml, sobre cepas de *Porphyromona gingivalis*, estudio in vitro en Lima, 2024.

<b>Halo de inhibición al 50% (mm)</b>	
N	10
Media	8.06
Desviación estándar	0.512
Mínimo	7.10
Máximo	8.71

En promedio, el extracto de *Equisetum arvense* a esta concentración generó un halo de inhibición de aproximadamente 8.06 mm en las cepas de *Porphyromona gingivalis* evaluadas. Además, una desviación estándar de 0.512 mm indica que los valores del halo de inhibición están cercanos a la media, lo que sugiere una consistencia en los resultados.

**Tabla 5.** Actividad antibacteriana del extracto etanólico de *Equisetum arvense* a la concentración de 100 mg/ml, sobre cepas de *Porphyromona gingivalis*, estudio in vitro en Lima, 2024.

	<b>Halo de inhibición al 100% (mm)</b>
N	10
Media	13.9
Desviación estándar	0.785
Mínimo	12.3
Máximo	15.3

En promedio, este extracto produjo un halo de inhibición de aproximadamente 13.9 mm, con una desviación estándar de 0.785 mm, lo cual indica una consistencia en los resultados, ya que los valores del halo de inhibición están cercanos a la media.

#### **4.1.2 Análisis inferencial de resultados**

##### **4.1.2.1 Prueba de normalidad**

###### **Planteo de hipótesis**

**Ho:** La distribución es normal.

**Ha:** La distribución no es normal.

###### **Nivel de significancia**

$$\alpha = 0.05$$

###### **Regla de decisión**

- Si  $p \leq 0.05$ ; Se rechaza Ho.
- Si  $p > 0.05$ ; No se rechaza Ho.

**Tabla 6.** Prueba de normalidad

	<b>Halo de inhibición (mm)</b>
W de Shapiro-Wilk	0.955
Valor p de Shapiro-Wilk	0.723

Con un nivel de significancia del 0.05, se concluye que los datos presentan una distribución normal. Por consiguiente, se adoptó un enfoque paramétrico y se llevó a cabo un análisis de varianza (ANOVA) para examinar las posibles diferencias significativas en la actividad antibacteriana del extracto etanólico de *Equisetum arvense* contra *Porphyromona gingivalis* in vitro, en relación con la concentración utilizada.

#### **4.1.2.2 Hipótesis general**

##### **Planteo de hipótesis**

**Ho:** No existen diferencias en la actividad antibacteriana del extracto etanólico de *Equisetum arvense* contra *Porphyromona gingivalis* in vitro, en función de la concentración utilizada.

**Ha:** Existen diferencias significativas en la actividad antibacteriana del extracto etanólico de *Equisetum arvense* contra *Porphyromona gingivalis* in vitro, en función de la concentración utilizada.

##### **Nivel de significancia**

$\alpha = 0.05$

##### **Regla de decisión**

- Si  $p \leq 0.05$ ; Se rechaza  $H_0$ .
- Si  $p > 0.05$ ; No se rechaza  $H_0$ .

**Tabla 7.** Análisis de varianza (ANOVA) en Halo de inhibición.

	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media Cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>p</b>	<b><math>\eta^2</math></b>
Grupo	1624.23	4	406.057	2312	< .001	0.995
Residuos	7.90	45	0.176			

El análisis de varianza (ANOVA) reveló una significativa diferencia en la actividad antibacteriana del extracto etanólico de *Equisetum arvense* contra *Porphyromona gingivalis* in vitro en función de la concentración utilizada, lo cual indica que existe una alta probabilidad de que las diferencias observadas no sean aleatorias, y el tamaño del efecto, medido por el coeficiente de determinación parcial ( $\eta^2$ ), implica que el 99.5% de la variabilidad en la actividad antibacteriana puede ser explicada por la concentración del extracto de *Equisetum arvense*. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que hay diferencias significativas en la actividad antibacteriana en función de la concentración utilizada.

#### 4.1.2.3 Hipótesis específica

##### Planteo de hipótesis

**Ho:** No existe al menos una concentración de *Equisetum arvense* (cola de caballo) que muestra una actividad antibacteriana significativamente mayor sobre *Porphyromona gingivalis* en comparación con otras concentraciones

**Ha:** Existe al menos una concentración de *Equisetum arvense* (cola de caballo) que muestra una actividad antibacteriana significativamente mayor sobre *Porphyromona gingivalis* en comparación con otras concentraciones

##### Nivel de significancia

a = 0.05

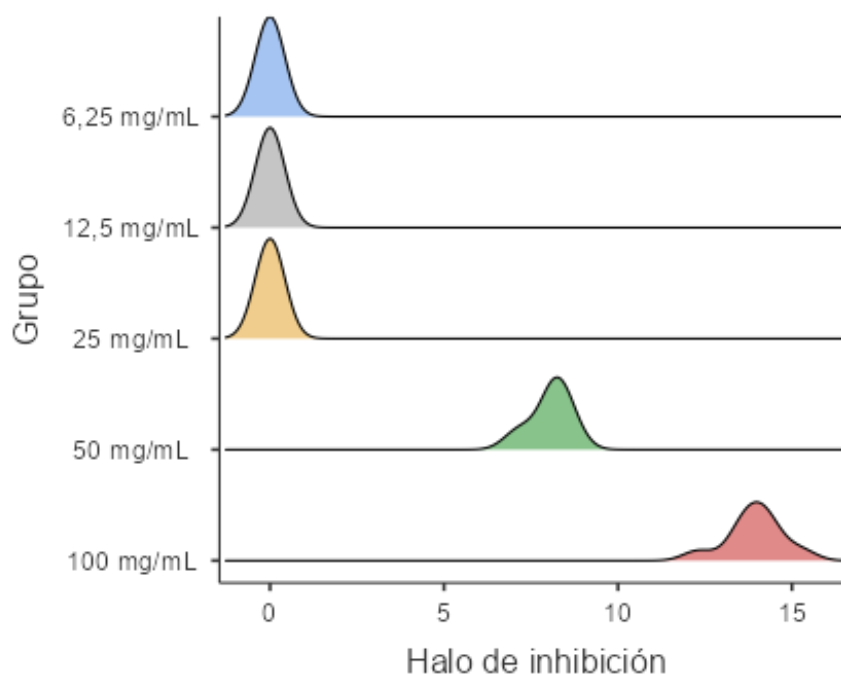
### Regla de decisión

- Si  $p \leq 0.05$ ; Se rechaza  $H_0$ .
- Si  $p > 0.05$ ; No se rechaza  $H_0$ .

**Tabla 8.** Comparaciones múltiples POST-HOC

Comparación		Diferencia de Medias	Error estándar	$p_{\text{Tukey}}$	d de Cohen	Intervalo de Confianza al 95%	
Concentración	Concentraciones					Inferior	Superior
6,25 mg/mL	- 50 mg/mL	-8.06	0.187	<.001	-19.2	-22.919	-15.543
	- 100 mg/mL	-13.94	0.187	<.001	-33.3	-39.873	-26.641
12,5 mg/mL	- 50 mg/mL	-8.06	0.187	<.001	-19.2	-22.919	-15.543
	- 100 mg/mL	-13.94	0.187	<.001	-33.3	-39.873	-26.641
25 mg/mL	- 50 mg/mL	-8.06	0.187	<.001	-19.2	-22.919	-15.543
	- 100 mg/mL	-13.94	0.187	<.001	-33.3	-39.873	-26.641
50 mg/mL	- 100 mg/mL	-5.88	0.187	<.001	-14.0	-17.137	-10.915

Con un nivel de significancia del 0.05, se cuenta con suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula y concluir que al menos una concentración de *Equisetum arvense* (cola de caballo) exhibe una actividad antibacteriana significativamente superior sobre *Porphyromona gingivalis* en comparación con otras concentraciones. Es destacable observar que el Extracto etanólico de *Equisetum arvense* al 100 mg/mL demostró ser más efectivo, ya que la probabilidad según Tukey es menor al umbral del 5%, contrastando con las otras concentraciones al 6.25%, 12.5%, 25% y 50%. Además, el tamaño del efecto (d de Cohen) resultó ser negativo, implicando que la concentración al 100% es considerablemente menor en comparación con las demás.



**Figura 1.** Distribución de la Concentración de *Equisetum arvense* (Cola de Caballo) sobre *Porphyromona gingivalis*.

La figura presenta la distribución de la concentración de *Equisetum arvense* (cola de caballo) utilizada en el estudio de su actividad antibacteriana contra *Porphyromona gingivalis*. Destaca claramente que el extracto etanólico de *Equisetum arvense* a una concentración de 100 mg/mL mostró una mayor efectividad en comparación con las demás concentraciones.

#### 4.1.3 Discusión de resultados

En primer lugar, a concentraciones de 6.25, 12.5 y 25 mg/ml, no se observó un efecto inhibitorio claro sobre el crecimiento de *Porphyromonas gingivalis*, lo cual contrasta con los resultados de otros estudios, como el de Tenorio (2020), quien observó una marcada inhibición del crecimiento micelial del hongo *Candida albicans* a una concentración del 5% de extracto etanólico de *Equisetum arvense*. Esta discrepancia

podría atribuirse a diferencias en la sensibilidad de los microorganismos evaluados y las condiciones experimentales empleadas.

Sin embargo, a una concentración de 100 mg/ml, el extracto etanólico de *Equisetum arvense* exhibió un halo de inhibición promedio de 13.9 mm, con una desviación estándar de 0.785 mm. Estos resultados indicaron una consistencia en la actividad inhibitoria de la muestra a esta concentración, lo cual respalda su potencial como agente antimicrobiano. Este hallazgo es congruente con estudios previos, como el de Chavez y Ramos (2021), quienes encontraron que el extracto acuoso de *Equisetum arvense* presentó un halo inhibitorio de 21 mm contra *Staphylococcus epidermidis* ATCC N° 12228, superando incluso la eficacia del ciprofloxacino.

Por otro lado, es importante destacar que se observó una diferencia significativa en la actividad antibacteriana del extracto etanólico de *Equisetum arvense* en función de la concentración utilizada. Específicamente, el extracto a 100 mg/ml mostró una actividad antibacteriana notablemente superior en comparación con las demás concentraciones evaluadas. Del mismo modo, Mendoza y Quispe (2022), quienes encontraron que el enjuague bucal con extractos hidroalcohólicos de *Equisetum arvense* exhibió actividad bacteriana contra *Streptococcus mutans* ATCC 25175 similar al enjuague comercial Listerine.

Asimismo, es relevante contextualizar estos hallazgos con la literatura existente. Por ejemplo, Cervera (2022) reportó que el extracto etanólico de *Equisetum arvense* presentó un halo inhibitorio promedio de 6.00 a 16.67 mm contra *Staphylococcus aureus*, aunque fue menos efectivo que otras plantas como *Bixa orellana* L. y *Piper aduncum* L. Además, estudios como el de Mendoza y Aguirre (2022) demostraron la actividad

antibacteriana de extractos de especies relacionadas, como *Equisetum giganteum* L., contra *Salmonella enteritidis* ATCC 14028 y *Shigella dysenteriae* ATCC 13313.

No obstante, es importante reconocer que los resultados pueden variar según las condiciones experimentales y las cepas bacterianas utilizadas. Por ejemplo, Hulya (2019) encontró que el extracto etanólico de *Equisetum arvense* no presentó actividad antimicrobiana contra *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* y *Saccharomyces cerevisiae*, lo cual resalta la importancia de considerar la especificidad del agente antimicrobiano y la diversidad de los microorganismos evaluados.

## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

- El extracto etanólico de *Equisetum arvense* no mostró efecto inhibitorio sobre el crecimiento de *Porphyromonas gingivalis* a concentraciones de 6.25, 12.5 y 25 mg/ml. Sin embargo, a concentraciones de 50 y 100 mg/ml, el extracto sí generó halos de inhibición, siendo el de 100 mg/ml significativamente mayor (13.9 mm vs 8.06 mm).
- Se observó una clara relación dosis-respuesta entre la concentración del extracto y su actividad antibacteriana contra *Porphyromonas gingivalis*. A mayor concentración de extracto, mayor fue el halo de inhibición del crecimiento bacteriano.
- La concentración de extracto etanólico de *Equisetum arvense* que exhibe una actividad antibacteriana significativamente superior sobre *Porphyromonas gingivalis* en comparación con otras concentraciones es de 100 mg/ml.

### 5.2 Recomendaciones

1. Priorizar estudios clínicos rigurosos para evaluar la seguridad y eficacia del extracto etanólico de *Equisetum arvense* a una concentración de 100 mg/ml en el tratamiento de la infección por *Porphyromonas gingivalis*. Esto podría involucrar ensayos clínicos aleatorizados controlados con placebo.
2. Realizar estudios para identificar y aislar los compuestos específicos del extracto etanólico de *Equisetum arvense* responsables de su actividad antibacteriana. Esto podría conducir al desarrollo de nuevos fármacos más potentes y específicos.

3. Investigar la posibilidad de combinar el extracto etanólico de *Equisetum arvense* con antibióticos convencionales para potenciar su actividad antibacteriana y reducir la resistencia a los antibióticos.
4. Evaluar la actividad antibacteriana del extracto etanólico de *Equisetum arvense* contra otras bacterias patógenas relevantes para la salud humana, además de *Porphyromonas gingivalis*.
5. Explorar el potencial del extracto etanólico de *Equisetum arvense* para el tratamiento de otras enfermedades, como infecciones de la piel, heridas o enfermedades respiratorias.
6. Incentivar la colaboración entre investigadores de diferentes áreas, como la biología, la química, la farmacología y la odontología, para avanzar en el conocimiento del *Equisetum arvense* y sus aplicaciones terapéuticas.
7. Promover la divulgación de los resultados científicos sobre el *Equisetum arvense* a la comunidad científica y al público en general, para fomentar un uso responsable y seguro de esta planta medicinal.

## REFERENCIAS

1. Huertas M. Evaluación in vitro del efecto antibacteriano y citotóxico del extracto metanólico de *Phytolacca peruviana* (capulí) sobre cepas de *Streptococcus mutans* (ATCC 25175). Univ Peru Ciencias Apl. 2015;
2. Neira J. Comparación de la actividad antibacteriana del aceite esencial *Schinus molle* y *Thymus vulgaris* con el gluconato de clorhexidina al 0.12 % frente a *Porphyromona gingivalis*. Estudio invitro. Univ Norbert Wiener. 2019;
3. Huanca C. Efecto antifúngico in vitro del extracto etanólico de las hojas de la *Mentha spicata* (hierba buena) contra cultivos de *Cándida albicans*. Univ Interam. 2018;
4. Calle Q, Ministerio de Salud. Prevención de enfermedades. MINSA. 2020;
5. Cabrera I. Super foods Perú. Minist salud. 2016;
6. Espinoza S, Leon R. Prevalencia y experiencia de caries dental en estudiantes, según facultades de una universidad particular peruana. Rev Estomatológica Hered. 2015;25(3).
7. Encinas G. Portal odontólogos. Odontólogos. 2016;
8. Moina G. Actividad antibacteriana in vitro de colutorios elaborados con aceites esenciales de *Luma chequen* (Feuillee ex Molina) A. Gray “ARRAYAN” Y *Mintostachys spicata* (Benth). Epling “ YURAQ MUÑA” frente a la cepa de *Streptococcus mutans* ATCC 25175. Univ San Antonio Abad del Cusco. 2015;
9. Cervera Y. Efecto inhibitorio in vitro de los extractos etanólicos de *Equisetum bogotense* Kunth. “Cola de Caballo”, *Piper aduncum* L. “Matico” y *Bixa orellana* L. “Achiote” sobre *Staphylococcus aureus*. Univ Nac Pedro Ruiz Gall. 2022;

10. Mendoza L, Quispte M. Formulación de un colutorio a base de los extractos hidroalcoholicos de *Physalis peruviana* “Aguaymanto” y *Equisetum bogotense* Kunth “cola de Caballo”, actividad in vitro sobre *Streptococcus mutans* y evaluación de la irritabilidad de la mucosa oral. Univ Nac San Antonio. 2022;
11. Mendoza P, Aguirre D. Efecto antibacteriano in vitro del extracto hidroalcoholico de *Equisetum Giganteum* L (cola de caballo) frente a cepas de *Salmonella enteritidis* y *Shigella Dysenteriae*. Univ María Aux. 2022;
12. Algarate E, Cieza C, Cadenillas F. Efecto antibacteriano de *Equisetum giganteum* (cola de caballo), frente a *Escherichia coli* productora de betalactamasas de espectro extendido y *Escherichia coli* ATCC. Med Natur. 2021;15(2):1–8.
13. Chávez W, Ramos Y. Efecto antibacteriano del extracto acuoso *Equisetum giganteum* L. “cola de caballo”, frente a *Staphylococcus epidermidis* ATCC N°12228. Univ Roosevelt. 2021;
14. Stigler P. Estudio in vitro del efecto antibacteriano del extracto etanólico de *Equisetum giganteum* L (Cola de caballo) frente a cepas de *Porphyromona gingivalis*. Univ Alas Peru. 2021;
15. Choque E. Efecto antibacteriano del extracto etanólico de *Equisetum arvense* (cola de caballo) sobre la *Porphyromona gingivalis* ATCC 33277 - estudio in vitro. Tacna 2020. Univ Privada Tacna. 2020;
16. Baran S, Alazzawi S, Semerci A. The effects of *Equisetum arvense* L. extracts prepared using different solvents and extraction methods for antioxidant and antimicrobial activity. Food Heal. 2023;10(1):1–11.
17. Tenorio N. Efecto de tres extractos vegetales (cola de caballo, diente de león y

- ruda) para la inhibición del crecimiento de *Fusarium oxysporum*. Univ San Fr Quito. 2020;
18. Hulya D. Antimicrobial activities of juniper berries (*Juniperus communis*), bottle brush (*Equisetum arvense*), star anise (*Illicium verum*) and uvez (*Cornus domestica*). Heal Sci Fac. 2019;
  19. De la Fuente N, Villarreal J, Diaz M, Garcia A. Evaluación de la actividad de los agentes antimicrobianos ante el desafío de la resistencia bacteriana. Rev Mex ciencias Farm. 2015;46(2).
  20. Organización Mundial de la Salud. Resistencia a los antibióticos. Ginebra OMS. 2020;
  21. Heredia G, Yaqueline A. La etnobotánica y la agrobiodiversidad como herramienta para la conservación y el manejo de recursos naturales: un caso de estudio en la Organización de Parteras y Médicos Indígenas Tradicionales 'Nahuatlxiuhitl' de Ixhuatlancillo, Veracruz. Univ Autónoma del estado México. 2010;
  22. Solís P, Tapia L. Prácticas relacionadas con el uso de plantas medicinales en el trabajo de parto y puerperio puesto de salud Miramar Región la Libertad, abril, 2015. Univ Priv Antenor Orrego. 2015;
  23. Contreras S, Lutz A. Primer registro de *Equisetites* sp. (Equisetaceae) en sedimentos cuaternarios del Río Bermejo (Formosa, Argentina). Bol Soc Argent Bot. 2014;49(3):381–92.
  24. Campos E. Uso terapéutico de Cola de Caballo (*Equisetum arvense*) en pobladores de la ampliación Víctor Raúl Haya De La Torre. La Victoria- Chiclayo, septiembre 2014 - agosto, 2015. Univ Católica Los Angeles Chimbote. 2015;

25. Villar D, Iglesias P. Equiseto. *Rev Farm Prof.* 2016;20(2):74–7.
26. Perez C, Anesini C. Inhibition of *Pseudomonas aeruginosa* by Argentinean medicinal plants. *Rev Fitoter.* 1994;65(2):169–72.
27. Angles E. Uso racional de antimicrobianos y resistencia bacteriana: ¿hacia dónde vamos? *Rev Medica Hered.* 2018;29(1):3–4.
28. Vanneste L, Sterck L, Myburg A, Eschar Y. Los vegetales cola de caballo son poliploides antiguos: evidencia de *Equisetum giganteum*. *Rev Plant Cell.* 2015;27(6):1567–78.
29. Leon B. Equisetaceae, *Equisetum* (Cola de Caballo) comercializada y exportada del Perú. *Rev Peru Biol.* 2012;19(3):345–6.
30. Franco J, Sulca L. Estudio taxonómico y conservación de Pteridófitos de los valles costeros de Tacna. *Rev Cienc y Desarro.* 2016;6(1):82–6.
31. Grose K, Casjems S. Comprender la enorme diversidad de bacteriófagos: los fagos de cola que infectan a la familia bacteriana *Enterobacteriaceae*. *Rev Virol.* 2014;468(470):421–43.
32. Carroll K. Lange *Microbiología Médica* Jawetz, Melnick y Adelberg. 27 ed. Bacilos gramnegativos entéricos (*Enterobacteriaceae*). McGraw-Hill. 2016;23(4):23–45.
33. Hurtado S. Implementación y validación del método ISO 6579:2002 para la detección de *Salmonella* spp. en matriz pre-mezcla acuícola. Univ Nac Federico Villarreal. 2018;
34. León R. Shigelosis (disentería bacilar). *Rev Salud en Tabasco.* 2022;8(1):20–3.

35. Caceres L. Efecto antibacteriano in vitro del extrato de equisetum arvense (cola de caballo) sobre el streptococcus mutans, Puno - 2018. Univ del altiplano. 2018;
36. Pelaez J. El uso de métodos anticonceptivos en la adolescencia. Rev Cuba Obstet y Ginecol. 2016;42(1):1–12.
37. Peláez Y, Pereda O. Estudio farmacognóstico de las ramas laterales de Equisetum giganteum L. “cola de caballo” proveniente del sector Chambuc provincia de Santiago de Chuco, La Libertad. Univ Nac Trujillo. 2018;
38. Pallag A, Filip G, Olteanu D, Clichici S, Baldea I, Jurca T. Equisetum arvense L. Extract Induces Antibacterial Activity and Modulates Oxidative Stress, Inflammation, and Apoptosis in Endothelial Vascular Cells Exposed to Hyperosmotic Stress. Oxid Med Cell Longev. 2018;14(2):33–5.
39. Becerra G, Aguilar G, Reynoso J, Mera K. Infección por virus sincicial respiratorio. Reporte de casos de pacientes en área crítica pediátrica de un hospital del norte de Perú. Rev Cuerpo Med HNAAA. 2022;15(1):42–5.
40. Hernández R, Mendoza C. Metodología de la investigación: las rutas cuantativa, cualitativa y mixta. Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. 2018. 718 p.
41. Hernández R, Fernández C, Baptista M. Metodología de la Investigación. 6th ed. McGraw-Hill; 2014. 634 p.
42. Huachaca E. Efecto antibacteriano del extracto etanólico de Equisetum giganteum L. “cola de caballo” frente a Fusobacterium nucleatum, microorganismo asociado a la enfermedad periodontal. Lima. Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2022.

43. Ñaupas H, Valdivia M, Palacios J, Romero H. El Método científico. Metodología de la Investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis [Internet]. 2019. 562 p. Disponible en: [https://books.google.com.pe/books/about/Metodología\\_de\\_la\\_Investigación\\_cua.html?hl=es&id=KzSjDwAAQBAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com.pe/books/about/Metodología_de_la_Investigación_cua.html?hl=es&id=KzSjDwAAQBAJ&redir_esc=y)

**ANEXOS**

### Anexo 1: Matriz de consistencia


FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p><b>Problema general:</b></p> <p>¿Cuál es la diferencia significativa en la actividad antibacteriana del extracto etanólico de <i>Equisetum arvense</i> (cola de caballo) sobre la <i>Porphyromona gingivalis</i>, estudio in vitro en Lima, 2024?</p> <p><b>Problemas específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuál es la actividad antibacteriana del extracto etanólico de <i>Equisetum arvense</i> (cola de caballo) a la concentración de 6.25 mg/ml, sobre cepas de <i>Porphyromona gingivalis</i> estudio in vitro en Lima, 2024?</li> <li>• ¿Cuál es la actividad antibacteriana del extracto etanólico de <i>Equisetum arvense</i> (cola de caballo) a la concentración de 12.5 mg/ml, sobre cepas de <i>Porphyromona gingivalis</i> estudio in vitro en Lima, 2024?</li> <li>• ¿Cuál es la actividad antibacteriana del extracto etanólico de <i>Equisetum arvense</i> (cola de caballo) a la concentración de 25 mg/ml, sobre cepas de <i>Porphyromona gingivalis</i> estudio in vitro en Lima, 2024?</li> <li>• ¿Cuál es la actividad antibacteriana del extracto etanólico de <i>Equisetum arvense</i> (cola de caballo) a la concentración de 50 mg/ml, sobre cepas de <i>Porphyromona gingivalis</i> estudio in vitro en Lima, 2024?</li> <li>• ¿Cuál es la actividad antibacteriana del extracto etanólico de <i>Equisetum arvense</i> (cola de caballo) a la concentración de 100 mg/ml, sobre</li> </ul>	<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Determinar diferencias significativas en la actividad antibacteriana del extracto etanólico de <i>Equisetum arvense</i> sobre la <i>Porphyromona gingivalis</i>, estudio in vitro en Lima, 2024.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar la actividad antibacteriana del extracto etanólico de <i>Equisetum arvense</i> a la concentración de 6.25 mg/ml, sobre cepas de <i>Porphyromona gingivalis</i>, estudio in vitro en Lima, 2024.</li> <li>• Identificar la actividad antibacteriana del extracto etanólico de <i>Equisetum arvense</i> a la concentración de 12.5 mg/ml, sobre cepas de <i>Porphyromona gingivalis</i>, estudio in vitro en Lima, 2024.</li> <li>• Identificar la actividad antibacteriana del extracto etanólico de <i>Equisetum arvense</i> a la concentración de 25 mg/ml, sobre cepas de <i>Porphyromona gingivalis</i>, estudio in vitro en Lima, 2024.</li> <li>• Identificar la actividad antibacteriana del extracto etanólico de <i>Equisetum arvense</i> a la concentración de 50 mg/ml, sobre cepas de <i>Porphyromona gingivalis</i>. estudio in vitro en Lima, 2024.</li> <li>• Identificar la actividad antibacteriana del extracto etanólico de <i>Equisetum arvense</i> a la concentración de 100 mg/ml, sobre cepas de</li> </ul>	<p><b>Hipótesis general:</b></p> <p><b>Ho:</b> Existen diferencias en la actividad antibacteriana del extracto etanólico de <i>Equisetum arvense</i> sobre <i>Porphyromona gingivalis</i> in vitro, en función de la concentración utilizada.</p> <p><b>Ha:</b> Existen diferencias significativas en la actividad antibacteriana del extracto etanólico de <i>Equisetum arvense</i> sobre <i>Porphyromona gingivalis</i> in vitro, en función de la concentración utilizada.</p> <p><b>Hipótesis específica:</b></p> <p><b>Ho:</b> No existe al menos una concentración de <i>Equisetum arvense</i> (cola de caballo) que muestra una actividad antibacteriana mayor sobre <i>Porphyromona gingivalis</i> en comparación con otras concentraciones.</p> <p><b>He<sup>1</sup>:</b> Existe al menos una concentración de <i>Equisetum arvense</i> (cola de caballo) que muestra una actividad antibacteriana significativamente mayor sobre <i>Porphyromona gingivalis</i> en comparación con otras concentraciones.</p>	<p><b>Variable Independiente:</b></p> <p>Actividad antibacteriana del extracto etanólico de <i>E. arvense</i></p> <p><b>Variable Dependiente:</b></p> <p><i>P. gingivalis</i>.</p>	<p><b>Tipo de investigación:</b> Aplicado.</p> <p><b>Método:</b> Hipotético deductivo</p> <p><b>Nivel:</b> Experimental</p> <p><b>Población y muestra</b> <b>Población:</b> Para este experimento se contará con el cultivo de cepas estándares de <i>Porphyromona gingivalis</i> dispuestas en 10 placas Petri. <b>Muestra:</b> La muestra estará conformada por 10 placas Petri cada una con 5 discos en concentraciones al 6,25%, 12,5%, 25%, 50% y 100% con un disco de control positivo y otro disco de control negativo, sembradas con <i>P. gingivalis</i></p>

<p>cepas de <i>Porphyromona gingivalis</i>, estudio in vitro en Lima, 2024.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• ¿Cuál es la concentración óptima de <i>Equisetum arvense</i> (cola de caballo) que presenta la mayor actividad antibacteriana contra <i>Porphyromona gingivalis</i> in vitro, y cómo se compara esta actividad con diferentes concentraciones del extracto de <i>Equisetum arvense</i>?</li></ul>	<p><i>Porphyromona gingivalis</i>, estudio in vitro en Lima, 2024.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Determinar la concentración óptima de <i>Equisetum arvense</i> (cola de caballo) que presenta la mayor actividad antibacteriana contra <i>Porphyromona gingivalis</i> in vitro, y cómo se compara esta actividad con diferentes concentraciones del extracto de <i>Equisetum arvense</i>.</li></ul>			
---	--	--	--	--

**Anexo 2: Instrumentos**

Placa Petri sembrada con <i>P. gingivalis</i>	Halo de inhibición al 6,25%	Halo de inhibición al 12,5%	Halo de inhibición al 25%	Halo de inhibición al 50%	Halo de inhibición al 100%
	Repeticiones	Repeticiones	Repeticiones	Repeticiones	Repeticiones
Placa 01					
Placa 02					
Placa 03					
Placa 04					
Placa 05					
Placa 06					
Placa 07					
Placa 08					
Placa 09					
Placa 10					
Promedio					

### Anexo 3: Validez del instrumento



## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Universidad Norbert Wiener

#### I. DATOS GENERALES

1.1 Apellidos y Nombres del Experto: *Morante Maturana Sara Angélica*  
 1.2 Cargo e Institución donde labora: *Docente Universidad Wiener*  
 1.3 nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de recolección de datos.  
 1.5 Título de la Investigación: "ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE *EQUISETUM ARVENSE* (COLA DE CABALLO) SOBRE PORPHYROMONA GINGIVALIS: ESTUDIO IN VITRO EN LIMA, 2024".

#### II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

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

$$\text{Coeficiente de Validez} = \frac{(1 \times A) + (2 \times B) + (3 \times C) + (4 \times D) + (5 \times E)}{50} = \frac{40}{50} = 0,8$$


#### III. CALIFICACIÓN GLOBAL

(Ubique el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectiva 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, 01 de 02 del 2024

  
 Dra. SARA MORANTE MATURANA  
 Esp. Rehabilitación Oral  
 C.O.P. 22609  
 Firma y sello

7

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

## I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres del Experto: Villacorta Molina, Mariela.  
 1.2 Cargo e Institución donde labora: Docente Universidad Wiener.  
 1.3 nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de recolección de datos.  
 1.5 Título de la Investigación: "ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE *EQUISETUM* *ARTENSE* (COLA DE CABALLO) SOBRE PORPHYROMONA GINGIVALIS: ESTUDIO IN VITRO EN LIMA, 2024".

## II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

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

$$\text{Coeficiente de Validez} = \frac{(1 \times A) + (2 \times B) + (3 \times C) + (4 \times D) + (5 \times E)}{50} = \frac{40}{50} = 0.8.$$

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

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

## IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

Lima, 1 de 02 del 2024.

  
 Mg. Mariela Villacorta Molina  
 CIRUJANO DENTISTA  
 C.O.P. 19354  
 Firma y sello

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

## I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres del Experto: *CHRISTIAN GÓRGA CARRIÓN*  
 1.2 Cargo e Institución donde labora: *DOCENTE UNIVERSIDAD NORBERT WIENER*  
 1.3 nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de recolección de datos.  
 1.5 Título de la Investigación: "ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE *EQUISETUM* *ARIENSE* (COLA DE CABALLO) SOBRE PORPHYROMONA GINGIVALIS: ESTUDIO IN VITRO EN LIMA, 2024".

## II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

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

$$\text{Coeficiente de Validez} = \frac{(1 \times A) + (2 \times B) + (3 \times C) + (4 \times D) + (5 \times E)}{50} = \frac{40}{50} = 0.8$$

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

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

## IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

Lima 1 de 02 del 2024

*Christian Górga Carrión*  
 Dr. Christian GÓRGA CARRIÓN  
 RECTOR V. S. S. NORBERT WIENER  
 W.N.E. - 2023

#### Anexo 4: Confiabilidad del instrumento

##### Análisis Inter- Evaluador

#### COEFICIENTE DE CORRELACIÓN INTRACLASE (CCI)

**Tabla 9.** Magnitud de los coeficientes (CCI)

Valor	Coefficiente de correlación Intraclass
< 0,40	Baja
0,41 - 0,75	Buena
> 0,75	Muy buena

**Tabla 10.** Variabilidad Inter-Evaluador

Halo de inhibición	Correlación intraclass	95% de intervalo de confianza		Sig
		Límite inferior	Límite superior	
Medidas promedio	0,998	0,997	0,999	0,000

Estos resultados indican una correlación intraclass extremadamente alta (CCI = 0,998), con un intervalo de confianza del 95% entre 0,997 y 0,999, lo que demuestra una consistencia excepcional entre los evaluadores en la medición del halo de inhibición. Además, el valor de p es significativo ( $p < 0,000$ ), lo que confirma la fiabilidad de las mediciones realizadas por los evaluadores.

**Anexo 5: Aprobación del Comité de ética****COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA PARA LA  
INVESTIGACIÓN****CONSTANCIA DE EXONERACIÓN DE REVISIÓN**

Lima, 13 de marzo de 2024

Investigador(a)  
**Milagros Kelly Rojas Ventura**  
**Exp. N°: 0097-2024**

---

De mi consideración:

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

- Protocolo titulado: “**ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE EQUISETUM ARVENSE (COLA DE CABALLO) SOBRE PORPHYROMONA GINGIVALIS: ESTUDIO IN VITRO EN LIMA, 2024**” Versión 01 con fecha 21/02/2024.

El cual tiene como investigador principal al Sr(a) Milagros Kelly Rojas Ventura. Es cuanto informo a usted para su conocimiento y fines pertinentes.


Atentamente,



**Raul Antonio Rojas Ortega**  
**Presidente**  
**Comité Institucional de Ética para la Investigación**  
**UPNW**

Avenida Arequipa 440  
Universidad Privada Norbert Wiener  
Teléfono: 706-5555 anexo 3286-3287 Cel. 981000698  
Correo: [comite.etica@uwieneredu.pe](mailto:comite.etica@uwieneredu.pe)

## Anexo 6: Informe de tesis

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

Lima, 01 de junio del 2024

Dra. Esp. Brenda Vergara Pinto

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


De mi especial consideración:

Es grato expresarle un cordial saludo y como asesor de tesis titulada: **“ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE EQUISETUM ARVENSE (COLA DE CABALLO) SOBRE PORPHYROMONA GINGIVALIS: ESTUDIO IN VITRO EN LIMA, 2024”** desarrollado por la egresada Milagros Kelly Rojas Ventura; para la obtención del Título Profesional de Cirujano dentista; ha sido concluida satisfactoriamente.

Al respecto informo que se lograron los siguientes objetivos:

- Orientar la investigación para lograr los objetivos de la misma.
- Revisar el informe final en sus resultados, discusión, conclusiones y recomendaciones.
- Aprobar la tesis para su sustentación.

Atentamente,




---

Firma del asesor

Ds. Mg. Esp. Marroquín García Lorenzo Enrique

## Anexo 7: Informe del asesor de Turnitin

Reporte de similitud	
NOMBRE DEL TRABAJO	AUTOR
<b>Tesis</b>	<b>Milagros Rojas</b>
RECUENTO DE PALABRAS	RECUENTO DE CARACTERES
<b>10876 Words</b>	<b>62116 Characters</b>
RECUENTO DE PÁGINAS	TAMAÑO DEL ARCHIVO
<b>52 Pages</b>	<b>144.9KB</b>
FECHA DE ENTREGA	FECHA DEL INFORME
<b>Dec 19, 2024 10:26 PM GMT-5</b>	<b>Dec 19, 2024 10:26 PM GMT-5</b>
<p>● <b>11% de similitud general</b></p> <p>El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10% Base de datos de Internet</li> <li>• Base de datos de Crossref</li> <li>• 6% Base de datos de trabajos entregados</li> <li>• 2% Base de datos de publicaciones</li> <li>• Base de datos de contenido publicado de Crossref</li> </ul> <p>● <b>Excluir del Reporte de Similitud</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Material citado</li> <li>• Coincidencia baja (menos de 10 palabras)</li> </ul>	
Resumen	

## Anexo 8: Otros

## Informe de ensayo



### INFORME DE ENSAYO Nº SQ240305.01

**SOLICITUD DE ENSAYO** : SQE 240222.01  
**SOLICITANTE** : MILAGROS KELLY ROJAS VENTURA  
**DIRECCIÓN DEL SOLICITANTE** : No indica  
**PROCEDENCIA DE LA MUESTRA** : Proporcionado por el laboratorio Scientific Quality S.A.C.  
**PROCEDIMIENTO DE MUESTREO** : No aplica  
**IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA** : M1: Extracto etanólico de *Equisetum arvense* al 100 mg/mL  
 M2: Extracto etanólico de *Equisetum arvense* al 50 mg/mL  
 M3: Extracto etanólico de *Equisetum arvense* al 25 mg/mL  
 M4: Extracto etanólico de *Equisetum arvense* al 12,5 mg/mL  
 M5: Extracto etanólico de *Equisetum arvense* al 6,25 mg/mL  
**CANTIDAD Y DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA** : M1: Un (01) frasco de 4mL  
 M2: Un (01) frasco de 4mL  
 M3: Un (01) frasco de 4mL  
 M4: Un (01) frasco de 4mL  
 M5: Un (01) frasco de 4mL  
**LUGAR, FECHA Y HORA DE MUESTREO** : No aplica  
**FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN** : 22 de febrero del 2024/ 13:30h  
**CONDICIONES A LA RECEPCIÓN** : Temperatura ambiente  
**FECHAS DE INICIO DEL ANÁLISIS** : 22 de febrero del 2024  
**FECHAS DE TÉRMINO DEL ANÁLISIS** : 04 de marzo del 2024  
**FECHAS DE EMISIÓN** : 05 de marzo del 2024

#### RESULTADOS DE ENSAYO MICROBIOLÓGICO: ANTIBIOGRAMA



Nº Replica en placa Petri	Halo de inhibición de las sustancias de prueba frente a <i>Porphyromonas gingivalis</i> ATCC 33277 en milímetros (mm) a las 72 horas en agar sangre				
	M1: Extracto etanólico de <i>Equisetum arvense</i> al 100 mg/mL	M2: Extracto etanólico de <i>Equisetum arvense</i> al 50 mg/mL	M3: Extracto etanólico de <i>Equisetum arvense</i> al 25 mg/mL	M4: Extracto etanólico de <i>Equisetum arvense</i> al 12,5 mg/mL	M5: Extracto etanólico de <i>Equisetum arvense</i> al 6,25 mg/mL
1	15,28	8,42	0,00	0,00	0,00
2	14,58	8,34	0,00	0,00	0,00
3	13,45	8,01	0,00	0,00	0,00
4	14,15	8,10	0,00	0,00	0,00
5	13,86	8,15	0,00	0,00	0,00
6	14,24	8,71	0,00	0,00	0,00
7	13,50	8,38	0,00	0,00	0,00
8	14,20	7,10	0,00	0,00	0,00
9	12,31	8,15	0,00	0,00	0,00
10	13,79	7,23	0,00	0,00	0,00

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



## INFORME DE ENSAYO Nº SQ240305.01

MÉTODOS DE ENSAYO	
ENSAYOS	REFERENCIA
ANTIBIOGRAMA	Técnica de Kirby-Bauer. Método de disco de difusión en agar.

OBSERVACIONES:  
No aplica.



**Mbigo, Oniel Elías Juárez Vilcapuma**  
Jefe de Laboratorio  
C.B.P.14090




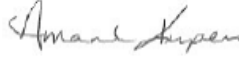



**Scientific  
Quality**  
We generate trust

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

R01-P03-JL. Ver. 01

Página 2 de 2

## Certificado de análisis - *Porphyromonas gingivalis*

	
Certificate of Analysis: Lyophilized Microorganism Specification and Performance Upon Release	
<b>SPECIFICATIONS:</b> Product Name: <i>Porphyromonas gingivalis</i> Catalog Number: 0912 Lot Number: 912-76** Reference Number: ATCC® 33277™** Passage from Reference: 3 Expiration Date: 2024/10/31	<b>RELEASE INFORMATION:</b> Quality Control Technologist: Kieshia L. Negen Release Date: 2022/12/12
<b>Performance</b>	
<b>Macroscopic Features:</b> Small, circular, transparent colonies that become brown with age.	<b>Medium:</b> A/R SBAP
<b>Microscopic Features:</b> Gram negative rod, pleomorphic bacillary to coccoid forms.	<b>Method:</b> Gram Stain (1)
<b>ID System: MALDI-TOF (1)</b>	
See attached ID System results document.	
 Amanda Kuperus Director of Quality Control AUTHORIZED SIGNATURE	
<p>**Disclaimer: The last digit(s) of the lot number appearing on the product label and packing slip are merely a packaging event number. The lot number displayed on this certificate is the actual base lot number.</p> <p><u>Refer to the enclosed product insert for instructions, intended use and hazard/safety information.</u></p> <p>Individual products are traceable to a recognized culture collection.</p> <p>(1) These tests are accredited to ISO/IEC 17025.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;">   <b>ACCREDITED</b>  <small>TESTING CERT #2655.01</small> </div> <div style="text-align: center;">   <small>ATCC Licensed Derivative</small> </div> <div style="text-align: center;">   <b>ACCREDITED</b>  <small>REFERENCE MATERIAL PRODUCER CERT #2655.02</small> </div> </div> <p>(*) The ATCC Licensed Derivative Emblem, the ATCC Licensed Derivative word mark and the ATCC catalog marks are trademarks of ATCC, Microbiologics, Inc. is licensed to use these trademarks and to sell products derived from ATCC® cultures.</p>	
<div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: small;"> <span>© 2012 Microbiologics, Inc. All Rights Reserved. 200 Cooper Avenue North Saint Cloud, MN 56303</span> <span>Page 1 of 1</span> <span>DOC.286</span> </div>	

## Bruker Daltonik MALDI Biotyper Classification Results



## Meaning of Score Values

Range	Interpretation	Symbols	Color
2.00 – 3.00	High-confidence identification	(+++)	Green
1.70 – 1.99	Low-confidence identification	(+)	Yellow
0.00 – 1.69	No Organism Identification Possible	(-)	Red

## Meaning of Consistency Categories (A - C)

Category	Interpretation
(A)	<b>High consistency:</b> The best match is a high-confidence identification. The second-best match is (1) a highconfidence identification in which the species is identical to the best match, (2) a low-confidence identification in which the species or genus is identical to the best match, or (3) a non-identification.
(B)	<b>Low consistency:</b> The requirements for high consistency are not met. The best match is a high- or low-confidence identification. The second-best match is (1) a high- or low-confidence identification in which genus is identical to the best match or (2) a non-identification.
(C)	<b>No consistency:</b> The requirements for high or low consistency are not met.

Run Creation Date/Time: 2022-12-07T10:55:25.430 MCV

Applied MSP Library(ies): BDAL, Mycobacteria Library (bead method), Filamentous Fungi Library

Sample Name	Sample ID	Organism (best match)	Score Value
D5 (+++) (A)	912-76	Porphyromonas gingivalis	2.15

Comments:

N/A

## Procedimiento de elaboración del extracto etanólico



### PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE *Equisetum arvense* Nº SQ 001.03-2024

#### 1. Equipos

- Estufa microbiológica
- Refrigeradora
- Balanza digital
- Licuadora

#### 2. Materiales

- 60g de hojas de *Equisetum arvense* (Cola de Caballo)
- Frasco de vidrio ámbar de 200mL
- Viales de vidrio ámbar de 10mL
- Pinza de acero inoxidable
- Alcohol de 70% y 96%
- Papel aluminio
- Embudo de plástico de 80mm de diámetro
- Papel de filtración

#### 3. Procedimiento

La metodología para la elaboración de extracto etanólico de *Equisetum arvense* consistió en lo siguiente.

1. Selección: Se tomó las ramas de *Equisetum arvense*. Se escogieron aquellas ramas libres de manchas y perforaciones por insectos (1). En total, resultó 60g de ramas aproximadamente.
2. Secado. Las ramas seleccionadas de *Equisetum arvense* fueron secadas sobre papel Kraft en estufa a 60 °C durante 6 horas.
3. Molienda: Posteriormente se procedió a realizar la molienda del material vegetal seco en una licuadora convencional hasta que se pulverizó todo el material (1). Quedo 20 gramos aproximadamente de ramas deshidratadas y molidas.
4. Pesado. A partir del polvo obtenido, se pesaron 10 g y se colocó en un frasco de vidrio ámbar estéril de capacidad de 200 mL con tapa para proteger el preparado de luz (2).
5. Maceración: Luego, se le agregó 60mL de solvente extractor que consistió en etanol absoluto (96%) y se procedió a la obtención del extracto etanólico mediante el método de maceración en agitación constante durante un mínimo de 30 días.
6. Filtración: Después del tiempo de maceración, el producto fue filtrado apoyándose de un embudo de plástico y papel filtro con lo que se obtuvo el extracto semiseco que fue detenido por dicho papel filtro.
7. Secado del filtrado (Extracto semiseco): Dicho extracto se llevó a sequedad a 40°C por 8 horas (1), obteniéndose el extracto seco de *Equisetum arvense*, el cual fue pesado en una balanza analítica y colocado en viales de vidrio ámbar según el tipo de concentración a preparar en cada frasco ámbar.





## PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE *Equisetum arvense* Nº SQ 001.03-2024

8. Preparación de los extractos etanólicos de *Equisetum arvense* al 6,25mg/mL; 12,5mg/mL; 25mg/mL; 50mg/mL y 100 mg/mL:

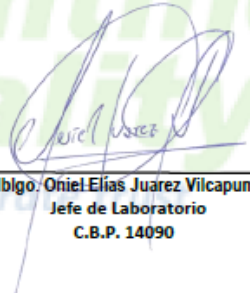
A partir del extracto seco de *Equisetum arvense* (Cola de caballo), se realizaron diluciones en una mezcla hidroalcohólica de etanol al 70% obteniéndose concentraciones de 6,25mg/mL; 12,5mg/mL; 25mg/mL; 50mg/mL y 100 mg/mL (2). Cada concentración fue colocada en un vial estéril de color ámbar y tapado herméticamente y se mantuvo en refrigeración (5°C) hasta el momento de su utilización (1).

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



1. Briceño G, García J, Maselli A, Rosales L. Efecto de extractos etanólicos de Ruda y Neem sobre el control de bacterias fitopatógenas del género *Erwinia* [Internet]. *Agronomía Trop.* 61(2): 141-148. 2011. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5247199>.
2. Cano W. Efecto del extracto etanólico de *Azadirachta indica* (Neem) sobre la viabilidad in vitro de *Streptococcus mutans* ATCC 25175 [Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista]. Lima: Universidad César Vallejo; 2017.



  
Mbglo: Oniel Elías Juárez Vilcapuma  
Jefe de Laboratorio  
C.B.P. 14090

## Análisis de Mc Farland



### McFARLAND BARIUM SULPHATE STANDARD

Standard di torbidità per la preparazione di sospensioni di microrganismi.  
Turbidity standard for preparing suspensions of microorganisms.

#### DESCRIZIONE

Gli standard McFarland vengono utilizzati come standard di torbidità nella preparazione delle sospensioni di microrganismi ed in particolare modo nella preparazione degli inoculi batterici per l'esecuzione dell'antibiogramma.

#### PRINCIPIO

Gli standard di torbidità sono composti da sostanze chimiche che miscelate precipitano formando una soluzione di riproducibile torbidità.  
Gli standard McFarland vengono preparati aggiungendo acido solforico ad una soluzione acquosa di cloruro di bario.  
La miscela porta alla formazione di precipitato di solfato di bario.  
Per ciascun standard McFarland in tabella 1 è riportata la densità corrispondente espressa in cellule/ml. La concentrazione batterica dipende dalla dimensione dei microrganismi. I valori riportati nella tabella 1 rappresentano valori medi di concentrazione validi per i batteri. Per i lieviti, che hanno dimensioni maggiori, bisogna dividere gli stessi numeri per 30.

#### PROCEDURA

Prima dell'uso, agitare vigorosamente lo standard di torbidità, utilizzando un vortex meccanico.  
Comparare la torbidità di una sospensione batterica preparata alla torbidità dello standard, in presenza di una luce adeguata.  
Alternativamente, utilizzare lo standard di torbidità per calibrare un turbidimetro elettrometrico.

#### INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

L'utilizzo degli standard McFarland consente la preparazione di inoculi standardizzati da utilizzare nelle procedure per l'esecuzione dell'antibiogramma.

#### DESCRIPTION

McFarland standards are used as turbidity standards in the preparation of suspensions of microorganisms and has particular application in the preparation of bacterial inocula for performing antimicrobial susceptibility testing.

#### PRINCIPLE

Turbidity standards are prepared by mixing chemicals that precipitate to form a solution of reproducible turbidity.  
McFarland standards are prepared by adding sulphuric acid to an aqueous solution of barium chloride, which results in the formation of a suspended barium sulphate precipitate.  
For each McFarland standard in table 1 is reported the correspondent density expressed in cells/ml. Bacterial concentration depends on microorganisms size. The mentioned values in table 1 represent average values of concentration valid for bacteria. For yeast, which are larger in size, these numbers should be divided by about 30.

#### PROCEDURE

Vigorously agitate the turbidity standard on a mechanical vortex mixer just before use.  
Using adequate light, compare the turbidity of a bacterial suspension to the turbidity standard.  
Alternatively, use the turbidity standard to calibrate a electrometric turbidimeter.

#### RESULTS INTERPRETATION

McFarland standards will enable the preparation of standardized inocula for use in the performance of standardized antimicrobial susceptibility testing procedures.

Tabella / Table 1.

McFarland Standard	Densità (cellule/ml) / Density (cells/ml)
0.5	$1.5 \times 10^8$
1.0	$3.0 \times 10^8$
2.0	$6.0 \times 10^8$
3.0	$9.0 \times 10^8$
4.0	$12.0 \times 10^8$

#### BIBLIOGRAFIA / BIBLIOGRAPHY

- Mc Farland, 1907. J.Am.Med.Assoc.49:1176.
- Patricia M. Tille. 2014. Bailey & Scott's Diagnostic Microbiology, 13<sup>th</sup> edition by Mosby, Inc., an affiliate of Elsevier Inc.
- CLSI M7-A9, 2012. Methods for dilution antimicrobial susceptibility test for bacteria that grow aerobically.
- CLSI M11-A7, 2007. Methods for dilution antimicrobial susceptibility testing of anaerobic bacteria.

#### PRESENTAZIONE / PRESENTATION

Prodotto / Product	REF	
McFARLAND 0.5 BARIUM SULPHATE STANDARD	80400	1
McFARLAND 1.0 BARIUM SULPHATE STANDARD	80401	1
McFARLAND 2.0 BARIUM SULPHATE STANDARD	80402	1
McFARLAND 3.0 BARIUM SULPHATE STANDARD	80403	1
McFARLAND 4.0 BARIUM SULPHATE STANDARD	80404	1
McFARLAND STANDARD SET (McFARLAND 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0)	80405	5

#### TABELLA DEI SIMBOLI / TABLE OF SYMBOLS

LOT	Codice del lotto Batch Code		Contenuto sufficiente per <no> saggi Content sufficient for <no> tests		Fabbricante Manufacturer		Non riutilizzare Do not reuse
REF	Numero di catalogo Catalogue Number		Attenzione, vedere le istruzioni per l'uso Attention, see instructions for use		Fragile, maneggiare con cura Fragile, handle with care		



LIOFILCHEM® S.r.l.

Via Scozia, Zona Ind.le - 64026, Roseto degli Abruzzi (TE) - ITALY  
Tel +39 0858930745 Fax +39 0858930330 Website: www.liofilchem.net E-mail: liofilchem@liofilchem.net

Rev.3 / 10.01.2014

## Constancia de recolección de datos



### CONSTANCIA

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

Estimado asesor:

Es grato dirigirme a usted para comunicarle que la señorita MILAGROS KELLY ROJAS VENTURA, con DNI 73968433, bachiller en Odontología de la E.P. que Ud. dirige, realizaron los ensayos de laboratorio del estudio experimental *in vitro* titulado: "ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE *Equisetum arvense* (COLA DE CABALLO) SOBRE *Porphyromonas gingivalis*: ESTUDIO *IN VITRO* EN LIMA, 2024". Dicho estudio correspondió a su tesis para obtener el título de Cirujano dentista.

Toda la experimentación y recolección de datos fue realizada entre los días 26 de febrero al 04 de marzo del presente año y fue supervisado en su totalidad por mi persona, cumpliendo con todos los protocolos de bioética, bioseguridad y control de infecciones requeridos.

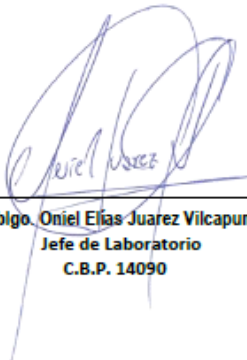


Sin otro particular.

Atentamente

Lima, 08 de marzo del 2024



  
Mblgo. Oniel Elías Juárez Vilcapuma  
Jefe de Laboratorio  
C.B.P. 14090

## Constancia de eliminación de residuos



### CONSTANCIA

La empresa SCIENTIFIC QUALITY S.A.C. hace constar que se ha eliminado adecuadamente los residuos biológicos del trabajo de Tesis "ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE *Equisetum arvense* (COLA DE CABALLO) SOBRE *Porphyromonas gingivalis*: ESTUDIO *IN VITRO* EN LIMA, 2024" como indica nuestro Instructivo de Tratamiento de material contaminado del Laboratorio de microbiología I03-P02-JL, el cual indica que los materiales de ensayo biocontaminados se dividirán en materiales de vidrio y descartables. Ambos serán colocados, por separado, en bolsas de riesgo biológico y se colocarán en la autoclave para su proceso a 121°C por 30 minutos.

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

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




Lima, 07 de marzo del 2024



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

## Informe de tesis

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

Lima, 01 de junio del 2024

Dra. Esp. Brenda Vergara Pinto

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

De mi especial consideración:

Es grato expresarle un cordial saludo y como asesor de tesis titulada: "**ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE EQUISETUM ARVENSE (COLA DE CABALLO) SOBRE PORPHYROMONA GINGIVALIS: ESTUDIO IN VITRO EN LIMA, 2024**" desarrollado por la egresada Milagros Kelly Rojas Ventura; para la obtención del Título Profesional de Cirujano dentista; ha sido concluida satisfactoriamente.

Al respecto informo que se lograron los siguientes objetivos:

- Orientar la investigación para lograr los objetivos de la misma.
- Revisar el informe final en sus resultados, discusión, conclusiones y recomendaciones.
- Aprobar la tesis para su sustentación.

Atentamente,



Firma del asesor

Ds. Mg. Esp. Marroquín García Lorenzo Enrique

## Evidencia fotográfica

TESIS: "ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE *Equisetum arvense* (COLA DE CABALLO) SOBRE *Porphyromonas gingivalis*: ESTUDIO *IN VITRO* EN LIMA, 2024"

### 1. MEDIOS DE CULTIVO Y REACTIVOS



Agar Sangre



Medio Tioglicolato fluido



Estándar de turbidez de 0,5 de Mc Farland

TESIS: "ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE *Equisetum arvense* (COLA DE CABALLO) SOBRE *Porphyromonas gingivalis*: ESTUDIO *IN VITRO* EN LIMA, 2024"

## 2. CEPA MICROBIANA E INSUMOS PARA ANTIBIOGRAMA

Cepa de *Porphyromonas gingivalis* ATCC 33277

Liofilizada

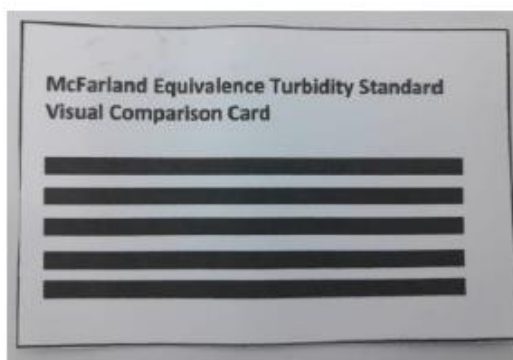


CEPA DE *Porphyromonas gingivalis* ATCC 33277

EN MEDIO TIOLICOLATO FLUIDO



Tarjeta de comparación visual para el estándar de turbidez McFarland



TESIS: "ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE *Equisetum arvense* (COLA DE CABALLO) SOBRE *Porphyromonas gingivalis*: ESTUDIO *IN VITRO* EN LIMA, 2024"

Extracto etanólico de *Equisetum arvense*  
al 100 %



Extracto etanólico de *Equisetum arvense*  
al 50%



Extracto etanólico de *Equisetum arvense*  
al 25%



Extracto etanólico de *Equisetum arvense*  
al 12.5%



TESIS: "ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE *Equisetum arvense* (COLA DE CABALLO) SOBRE *Porphyromonas gingivalis*: ESTUDIO *IN VITRO* EN LIMA, 2024"

Extracto etanólico de *Equisetum arvense*  
al 6,25%



3. PREPARACIÓN DE LAS SUSTANCIAS DE PRUEBA A PARTIR DE *Equisetum arvense*
4. Preparación del extracto etanólico de *Equisetum arvense*



Planta de *E. arvense*

TESIS: "ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE *Equisetum arvense* (COLA DE CABALLO) SOBRE *Porphyromonas gingivalis*: ESTUDIO IN VITRO EN LIMA, 2024"



Secado de tallo de *E. arvense*



Molienda de tallo secas de *E. arvense*



Tallo deshidratado y molido de *E. arvense*



Después de secado y molienda del tallo de *E. arvense*, se procedió con el macerado.

TESIS: "ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE *Equisetum arvense* (COLA DE CABALLO) SOBRE *Porphyromonas gingivalis*: ESTUDIO *IN VITRO* EN LIMA, 2024"

Maceración del tallo deshidratado y molido con alcohol etílico de 96%



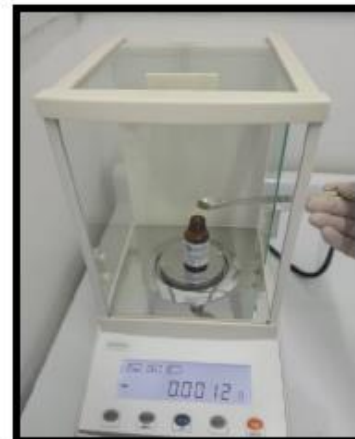
Macerado del tallo de *E. arvense*



Filtrado de macerado del tallo de *E. arvense*



SECADO DE MACERADO DE *E. arvense*



Pesado en balanza analítica del macerado seco de *E. arvense* para diluciones del Extracto etanólico

Diluciones del extracto etanólico de *E. arvense* en frascos ámbar



TESIS: "ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE *Equisetum arvense* (COLA DE CABALLO) SOBRE *Porphyromonas gingivalis*: ESTUDIO *IN VITRO* EN LIMA, 2024"

#### 4. PREPARACION DEL AGAR SANGRE:

##### Pesaje del agar sangre en balanza digital



Luego el frasco de agar Sangre se esteriliza por autoclave y se estabiliza la temperatura en el baño termostático antes de su traslado en placas Petri.



TESIS: "ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE *Equisetum arvense* (COLA DE CABALLO) SOBRE *Porphyromonas gingivalis*: ESTUDIO IN VITRO EN LIMA, 2024"

4.1 Combinación de agar Sangre con Sangre desfibrinada y Vitamina K1, en esterilidad, luego, se vierte el agar Sangre enriquecido en las placas Petri estériles con mechero de bunsen encendido



VITAMINA K1

TESIS: "ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE *Equisetum arvense* (COLA DE CABALLO) SOBRE *Porphyromonas gingivalis*: ESTUDIO *IN VITRO* EN LIMA, 2024"

5. Preparación suspensión al 0,5 McFarland, a partir de cultivo en agar de *Porphyromonas gingivalis* ATCC 33277. Comparación con el estándar comercial Sulfato de Bario 0,5 de Mc Farland.



6. Inoculación con hisopo estéril de la cepa *Porphyromonas gingivalis* ATCC 33277 a las placas de agar Sangre



TESIS: "ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE *Equisetum arvense* (COLA DE CABALLO) SOBRE *Porphyromonas gingivalis*: ESTUDIO *IN VITRO* EN LIMA, 2024"

### 6.1 Colocación de discos antibiograma



Colocación de Discos antibiograma

TESIS: "ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE *Equisetum arvense* (COLA DE CABALLO) SOBRE *Porphyromonas gingivalis*: ESTUDIO *IN VITRO* EN LIMA, 2024"

7. Procedimiento de inoculación de 20 $\mu$ L de las sustancias de prueba, en esterilidad, frente al mechero de Bunsen con micropipeta

Inoculación a los discos antibiograma en agar Sangre con Extracto etanólico de *Equisetum arvense* al 100%



8. Colocación de las placas Petri con agar sangre conteniendo las sustancias de prueba inoculadas con *Porphyromonas gingivalis* en Jarra de anaerobiosis



TESIS: "ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE *Equisetum arvense* (COLA DE CABALLO) SOBRE *Porphyromonas gingivalis*: ESTUDIO *IN VITRO* EN LIMA, 2024"

### 10.1 Incubadora Microbiológica con el material de ensayo



TESIS: "ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE *Equisetum arvense* (COLA DE CABALLO) SOBRE *Porphyromonas gingivalis*: ESTUDIO IN VITRO EN LIMA, 2024"

9. RESULTADOS

Después del tiempo de incubación, las placas Petri se sacan del equipo y se miden con una regla Vernier digital y una lupa de 4 aumentos de un contador de colonias microbiológico de fondo oscuro que dará contraste para observar detalladamente los halos de inhibición de las concentraciones de los extractos etanólicos de *Equisetum arvense* frente a *Porphyromonas gingivalis*.

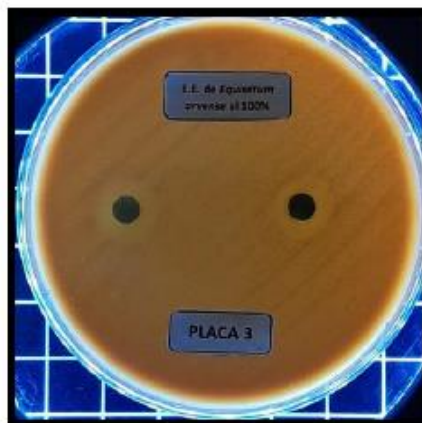
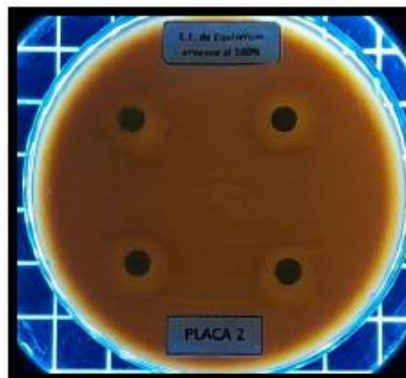
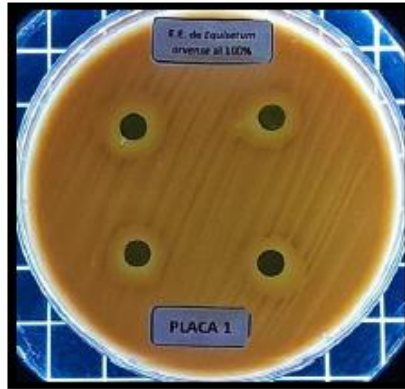


**REGLA VERNIER DIGITAL CALIBRADA**



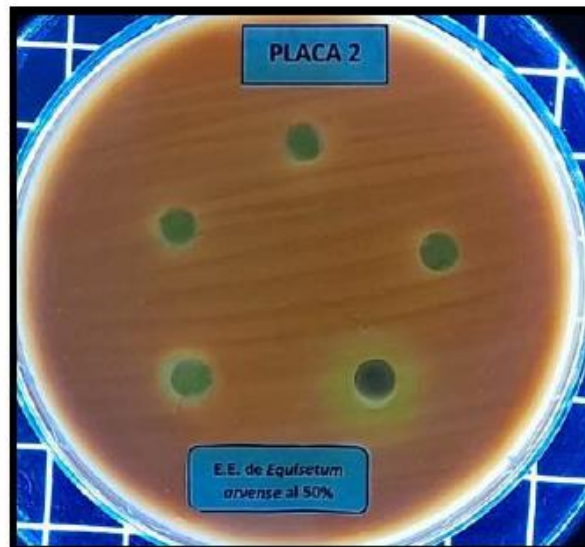
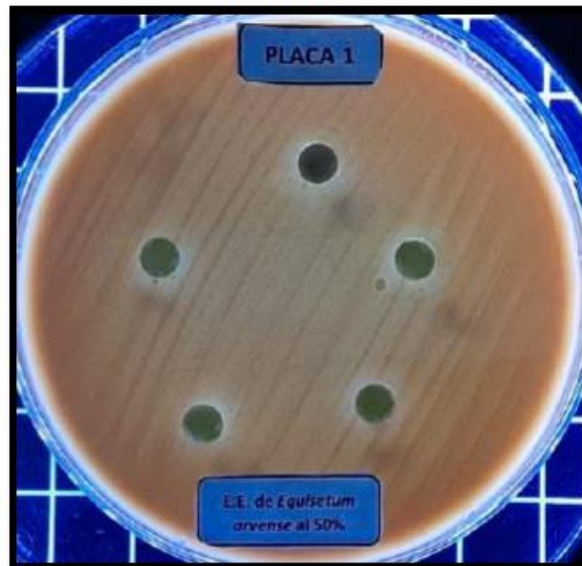
TESIS: "ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE *Equisetum arvense* (COLA DE CABALLO) SOBRE *Porphyromonas gingivalis*: ESTUDIO IN VITRO EN LIMA, 2024"

Fotos de placa Petri con discos antibiograma con concentraciones de extracto etanólico de *Equisetum arvense* al 100% en agar Sangre frente a *Porphyromonas qinqivalis* ATCC 33277 a las 72 horas de estudio



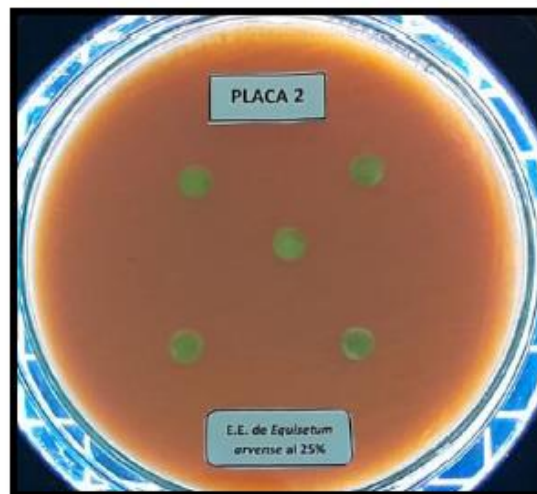
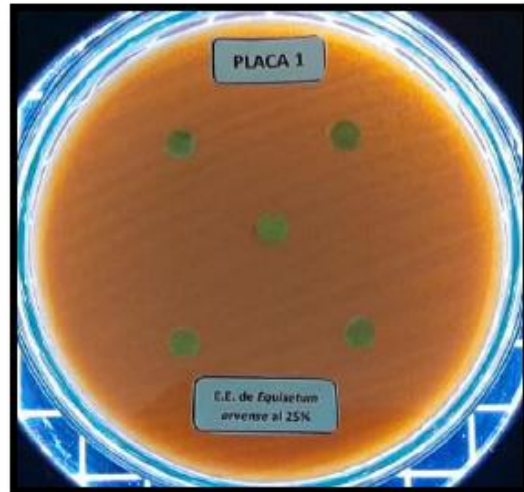
TESIS: "ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE *Equisetum arvense* (COLA DE CABALLO) SOBRE *Porphyromonas gingivalis*: ESTUDIO IN VITRO EN LIMA, 2024"

Fotos de placa Petri con discos antibiograma con concentraciones de extracto etanólico de *Equisetum arvense* al 50% en agar Sangre frente a *Porphyromonas gingivalis* ATCC 33277 a las 72 horas de estudio



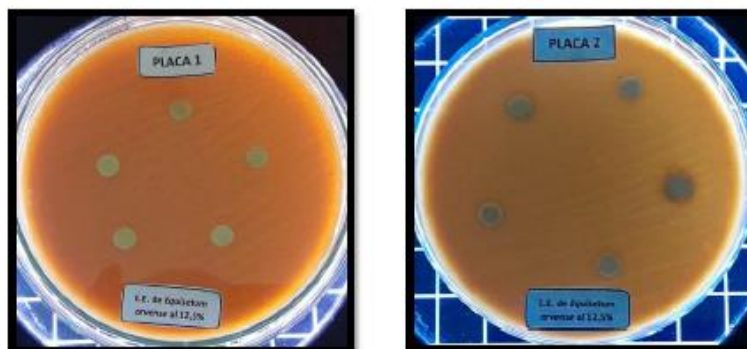
TESIS: "ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE *Equisetum arvense* (COLA DE CABALLO) SOBRE *Porphyromonas gingivalis*: ESTUDIO IN VITRO EN LIMA, 2024"

Fotos de placa Petri con discos antibiograma con concentraciones de extracto etanólico de *Equisetum arvense* al 25% en agar Sangre frente a *Porphyromonas gingivalis* ATCC 33277 a las 72 horas de estudio

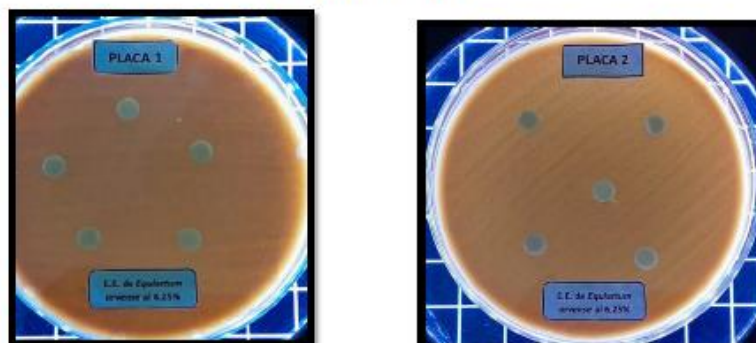


TESIS: "ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE *Equisetum arvense* (COLA DE CABALLO) SOBRE *Porphyromonas gingivalis*: ESTUDIO IN VITRO EN LIMA, 2024"

Fotos de placa Petri con discos antibiograma con concentraciones de extracto etanólico de *Equisetum arvense* al 12,5% en agar Sangre frente a *Porphyromonas qinqivalis* ATCC 33277 a las 72 horas de estudio



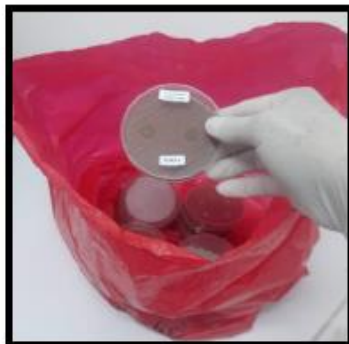
Fotos de placa Petri con discos antibiograma con concentraciones de extracto etanólico de *Equisetum arvense* al 6,25% en agar Sangre frente a *Porphyromonas qinqivalis* ATCC 33277 a las 72 horas de estudio



TESIS: "ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE *Equisetum arvense* (COLA DE CABALLO) SOBRE *Porphyromonas gingivalis*: ESTUDIO *IN VITRO* EN LIMA, 2024"

10. ELIMINACIÓN DE LOS RESIDUOS BIOLÓGICOS DEL ENSAYO.

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



Introduciendo Bolsa roja de residuos biológicos a la autoclave



AUTOCLAVE



## ● 11% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 10% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados
- 2% 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.uwiener.edu.pe</b> Internet	3%
2	<b>cybertesis.unmsm.edu.pe</b> Internet	2%
3	<b>repositorio.uma.edu.pe</b> Internet	<1%
4	<b>University of Notre Dame on 2024-08-22</b> Submitted works	<1%
5	<b>repositorio.upt.edu.pe</b> Internet	<1%
6	<b>dspace.uce.edu.ec</b> Internet	<1%
7	<b>repositorio.unas.edu.pe</b> Internet	<1%
8	<b>repositorio.uroosevelt.edu.pe</b> Internet	<1%