

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias de la Salud

Escuela Profesional de Farmacia Y Bioquímica

**DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIMICÓTICA Y
ANTIBACTERIANA “*in vitro*” DEL ACEITE ESENCIAL
DE *Xenophyllum poposum* FRENTE A *Candida
albicans* ATCC 10231 Y *Enterococcus
faecalis* ATCC 29212, TACNA- 2022**

TESIS

Presentada por:

Bach. Mariluz Vanesa Ccopa Mayta

Para optar el Título Profesional de:

QUÍMICO FARMACÉUTICO

TACNA – PERÚ

2023

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias de la Salud

Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica

**DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIMICÓTICA Y
ANTIBACTERIANA “*in vitro*” DEL ACEITE ESENCIAL
DE *Xenophyllum poposum* FRENTE A *Candida
albicans* ATCC 10231 Y *Enterococcus
faecalis* ATCC 29212, TACNA- 2022**

TESIS

Presentada por:

Bach. MARILUZ VANESA CCOPA MAYTA

Para optar el Título Profesional de:

QUÍMICO FARMACÉUTICO

Aprobada por UNIVERSIDAD, ante el siguiente jurado



Mgr. Juan Carlos Efraín Cervantes Zegarra
Presidente



Dr. Juan José Evaristo Changllo Roas
Miembro



Mgr. Lourdes Yolanda Arana Pari
Miembro



Mgr. Orlando Agustín Rivera Benavente
Asesor

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, **ORLANDO AGUSTÍN RIVERA BENAVENTE** en mi condición de asesor acreditado por la Resolución de Facultad N°11708-2022-FACS-UNJBG, de la tesis de investigación titulada: **DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIMICÓTICA Y ANTIBACTERIANA “in vitro” DEL ACEITE ESENCIAL DE *Xenophyllum poposum* FRENTE A *Candida albicans* ATCC 10231 Y *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, TACNA- 2022**

Presentado por la bachiller: **MARILUZ VANESA CCOPA MAYTA** para optar el título profesional de **QUÍMICO FARMACÉUTICO**.

Habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de originalidad y de similitud de trabajos de investigación y producción intelectual, considerando que según la revisión, evaluación y análisis realizado a través del software de similitud textual **TURNITIN**, cuenta con el nivel de similitud permitido cuyo porcentaje es de **9%**.

Por lo que **CERTIFICO LA SIMILARIDAD** de la tesis enunciada líneas arriba, la cual está expedita para continuar con los trámites para la obtención del Título Profesional de Químico Farmacéutico, según corresponda consiguientemente la publicación en el repositorio institucional.



Mgr. ORLANDO AGUSTÍN RIVERA BENAVENTE
DNI: 00506187



Bach. MARILUZ VANESA CCOPA MAYTA
DNI: 73989705



DEDICATORIA

A Dios, por su protección en cada instante de mi vida, por darme sabiduría y fortaleza.

A mi familia, a mis padres Julián y Angélica, a mi hermano Henry, por brindarme todo su apoyo, cariño, fuerza, paciencia, siendo el pilar fundamental en todo el trayecto de mi vida.

A todas las personas que me brindaron palabras de aliento y motivación.

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme permitido llegar a este momento y por su inmenso amor.

A mis padres y hermano quienes siempre me apoyaron con sus consejos, motivación y sobre todo por haberme permitido cumplir hoy, una meta más.

A mi asesor de tesis, Dr. Orlando Rivera Benavente, por su orientación y consejos en la realización del presente trabajo.

Al Blgo. Edwin Obando por su apoyo y orientación en el desarrollo del trabajo de investigación.

Y a todas aquellas personas que confiaron en mí.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xvii
RESUMEN	xix
ABSTRACT	xx
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	8
1.2.1 Problema principal.....	8
1.2.2 Problemas secundarios	8
1.3 JUSTIFICACIÓN	8
1.4 OBJETIVOS.....	11
1.4.1 Objetivo general.....	11
1.4.2 Objetivos específicos.....	11
1.5 HIPÓTESIS	12

1.5.1	Hipótesis General	12
1.5.2	Hipótesis Específicas.....	12
1.6	VARIABLES	12
1.6.1	Variable Independiente (A)	12
1.6.2	Variable Independiente (B)	13
1.6.3	Variable Dependiente (C)	14
1.6.4	Variable Dependiente (D)	14
1.6.5	Operacionalización de las variables	15
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....		17
2.1	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
2.1.1	Antecedentes internacionales.....	17
2.1.2	Antecedentes nacionales.....	20
2.2	BASES TEÓRICAS.....	24
2.2.1	<i>Xenophyllum</i>	24
2.2.2	Aceites esenciales	28
2.2.3	<i>Candida albicans</i>	33
2.2.4	Candidiasis	34
2.2.5	Enterococcus	36
2.3	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....	40
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO		44
3.1	TIPO, DISEÑO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN	44
3.1.1	Tipo de investigación	44

3.1.2	Diseño de investigación.....	45
3.1.3	Nivel de investigación	45
3.2	MUESTRA.....	45
3.2.1	Unidad de estudio:.....	46
3.2.2	Muestreo microbiano:	46
3.2.3	Muestreo biológico:.....	46
3.3	MATERIALES Y/O INSTRUMENTOS.....	46
3.2.1	Equipos.....	46
3.2.2	Materiales de vidrio.....	47
3.2.3	Medios de cultivo y reactivos	47
3.2.4	Otros.....	48
3.3	TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	49
3.3.1	Técnicas	49
3.3.2	Instrumentos.....	50
3.3.3	Procedimiento de recolección de datos	50
3.4	TÉCNICAS EN ANÁLISIS DE DATOS	75
3.4.1	Estadística descriptiva	76
3.4.2	Estadística inferencial.....	76
	CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	77
4.1	VERIFICACIÓN DE LA PRIMERA HIPÓTESIS (<i>Candida albicans</i>).....	81

4.2 VERIFICACIÓN DE LA SEGUNDA HIPÓTESIS (<i>Enterococcus faecalis</i>).....	96
DISCUSIÓN	108
CONCLUSIONES.....	117
RECOMENDACIONES	118
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	119
ANEXOS	131

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1. Características organolépticas del Aceite esencial de <i>Xenophyllum poposum</i>	53
Tabla N°2. Diluciones de los porcentajes del aceite esencial de <i>Xenophyllum poposum</i>	56
Tabla N°3. Porcentajes del aceite esencial <i>Xenophyllum poposum</i> en los discos de sensibilidad.....	58
Tabla N°4. Escala interpretativa de Duraffourd y Lapraz.....	64
Tabla N°5. Preparación de volúmenes para Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) - <i>Candida albicans</i>	67
Tabla N°6. Preparación de volúmenes para Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) - <i>Enterococcus Faecalis</i>	73
Tabla N°7. Prueba de la actividad antimicótica del aceite esencial de <i>Xenophyllum poposum</i> frente al	

<i>Candida albicans</i> ATCC 10231 por el método de difusión del disco (Kirby Bauer)	78
Tabla N°8. Estadístico de Kolmogórov-Smirnov y Shapiro-Wilk (<i>Candida albicans</i>)	81
Tabla N°9. Estadístico de Levene (<i>Candida albicans</i>)	83
Tabla N°10. Análisis de Varianza (ANOVA) - <i>Candida albicans</i>	84
Tabla N°11. Prueba de comparaciones múltiples de Games-Howell de la comparación de medias de los halos de inhibición (mm) según las concentraciones en porcentajes (%) - <i>Candida albicans</i>	85
Tabla N°12. Determinación del grado de sensibilidad de <i>Candida albicans</i> ATCC 10231 a diferentes concentraciones del aceite esencial de <i>X. poposum</i>	88
Tabla N° 13. Resultados de la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) del aceite esencial de <i>Xenophyllum poposum</i> frente a <i>Candida albicans</i> ATCC 10231.....	89

Tabla N°14. Resultados de la Concentración Mínima Fungicida (CMF) del aceite esencial de <i>Xenophyllum poposum</i> frente a <i>Candida albicans</i> ATCC 10231.....	90
Tabla N°15. Prueba de la actividad antibacteriana del aceite esencial de <i>Xenophyllum poposum</i> frente al <i>Enterococcus Faecalis</i> ATCC 29212 por el método de difusión del disco (Kirby Bauer)	93
Tabla N°16. Estadístico de Kolmogórov-Smirnov y Shapiro-Wilk (<i>Enterococcus Faecalis</i>)	97
Tabla N°17. Estadístico de Levene (<i>Enterococcus Faecalis</i>)...	99
Tabla N°18. Análisis de Varianza (ANOVA) - <i>Enterococcus Faecalis</i>	100
Tabla N°19. Prueba de comparaciones múltiples de Games-Howell de la comparación de medias de los halos de inhibición (mm) según las concentraciones en porcentajes - <i>Enterococcus Faecalis</i>	101

Tabla N°20. Determinación del grado de sensibilidad de <i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212 a diferentes concentraciones del aceite esencial de <i>X. poposum</i>	107
Tabla N°21. Resultados de la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) del aceite esencial de <i>Xenophyllum poposum</i> frente a <i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212.....	109
Tabla N°22. Resultados de la Concentración Mínima Bactericida (CMB) del aceite esencial de <i>Xenophyllum poposum</i> frente a <i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212.....	110

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Diagrama de Box plot y comparación entre promedios de la actividad antimicótica del aceite esencial de <i>Xenophyllum poposum</i> frente al <i>Candida albicans</i> ATCC 10231 por el método de difusión del disco (Kirby Bauer).....	80
Figura N° 2. Gráfico de medias de los halos de inhibición en porcentajes (%) del aceite esencial de <i>X. poposum</i> frente a <i>Candida albicans</i> ATCC 10231	87
Figura N° 3. Diagrama de Box plot y comparación entre promedios de la actividad antibacteriana del aceite esencial de <i>Xenophyllum poposum</i> frente al <i>Enterococcus Faecalis</i> ATCC 29212 por el método de difusión del disco (Kirby Bauer).....	95
Figura N° 4. Gráfico de medias de los halos de inhibición de las concentraciones en porcentajes (%) del aceite esencial de <i>Xenophyllum poposum</i> frente a <i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212.....	106
Figura N° 5-6. Muestra vegetal de <i>Xenophyllum poposum</i>	160

Figura N° 7-8. Extracción por arrastre de vapor del aceite esencial de <i>Xenophyllum poposum</i>	
Figura N° 9. Medios de cultivo utilizados.....	160
Figura N° 10-11. Preparación de medios de cultivo.....	161
Figura N° 12. Activación de la cepa microbiana de <i>Candida albicans</i> ATCC 10231.....	162
Figura N° 13. Halos representativos de la sensibilidad de <i>Candida albicans</i> frente al aceite esencial de <i>Xenophyllum poposum</i>	162
Figura N° 14. Concentración mínima inhibitoria (CMI) del aceite esencial de <i>X. poposum</i> frente a cepas microbianas de <i>Candida albicans</i> ATCC 10231....	163
Figura N° 15. Unidades formadoras de colonias representativas de la prueba Concentración mínima fungicida (CMF).....	163
Figura N° 16. Concentración mínima inhibitoria (CMI) del aceite esencial de <i>Xenophyllum poposum</i> frente a cepas microbianas de <i>Enterococcus faecalis</i>	164

Figura N° 17. Unidades formadoras de colonias representativas de la prueba Concentración mínima bactericida (CMB)..... 164

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 01. Matriz de consistencia.....	132
ANEXO 02. Ficha de recolección de datos para medir el tamaño de los halos de inhibición en mm del <i>Enterococcus faecalis</i> frente al aceite esencial <i>Xenophyllum poposum</i>	134
ANEXO 03. Ficha de recolección de datos para medir el tamaño de los halos de inhibición en mm del <i>Candida albicans</i> frente al aceite esencial <i>Xenophyllum poposum</i>	135
ANEXO 04. Resolución de Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR).....	136
ANEXO 05. Constancia del herbario takana (TKA) de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann N°007-TKA-2023.....	139
ANEXO 06. Informe de análisis del aceite esencial de <i>Xenophyllum poposum</i>	140
ANEXO 07. Base de datos en SPSS v.27.....	142

ANEXO 08. Comparación de la actividad antimicótica del aceite esencial de <i>Xenophyllum poposum</i> y Nistatina en relación con <i>Candida albicans</i> ATCC 10231.....	150
ANEXO 09. Comparación de la actividad antibacteriana del aceite esencial de <i>Xenophyllum poposum</i> y Ciprofloxacino en relación con <i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212.....	154
ANEXO 10. Galería de fotografías.....	160

RESUMEN

Objetivo: Determinar la actividad antimicótica y antibacteriana “*in vitro*” del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* frente a *Candida albicans* ATCC 10231 y *Enterococcus faecalis* ATCC 29212. **Metodología:** El estudio es de tipo observacional, prospectivo, transversal y analítico. El método utilizado para obtener el aceite esencial fue por arrastre de vapor, se trabajó con las concentraciones de 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 %, 60 %, 70 %, 80 %, 90 % y 100 % del aceite esencial de *X. poposum*. Para evaluar el efecto antibacteriano y antifúngico se empleó el método de Kirby Bauer. **Resultados:** En la evaluación de la actividad antimicótica frente a *C. albicans* del aceite esencial de *X. poposum* a la concentración del 60 %, originó un promedio de 28,199 mm de halo de inhibición, a partir del 70 % de concentración no se observó crecimiento de colonias de *C. albicans*. Los promedios del halo de inhibición de crecimiento de *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 demostraron que a partir del 70 % de concentración con 20,598 mm es sumamente sensible. **Conclusión:** Se determinó que existe actividad antimicótica y antibacteriana “*in vitro*” del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* frente a *Candida albicans* ATCC 10231 y *Enterococcus faecalis* ATCC 29212.

Palabras clave: antimicótico, antibacteriano, aceite esencial, *Xenophyllum poposum*, *Candida albicans*, *Enterococcus faecalis*.

ABSTRACT

Objective: Determine the “in vitro” antifungal and antibacterial activity of *Xenophyllum poposum* essential oil against *Candida albicans* ATCC 10231 and *Enterococcus faecalis* ATCC 29212. **Methodology:** The study is observational, prospective, transversal and analytical. The method used to obtain the essential oil was by steam drag, working with concentrations of 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 %, 60 %, 70 %, 80 %, 90 % and 100 % of the *Xenophyllum poposum* essential oil. To evaluate the antibacterial and antifungal effect, the Kirby Bauer method was used. **Results:** In the evaluation of the antifungal activity against *Candida albicans* of the essential oil of *Xenophyllum poposum* at a concentration of 60 %, it caused an average of 28,199 mm of inhibition zone. From 70 % concentration, no growth of colonies of *Candida albicans* ATCC 10231 was observed. The averages of the growth inhibition halo of *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 showed that from 70 % concentration with 20,598 mm it is highly sensitive. **Conclusion:** It was determined that there is antifungal and antibacterial activity “in vitro” of the essential oil of *Xenophyllum poposum* against *Candida albicans* ATCC 10231 and *Enterococcus faecalis* ATCC 29212.

Keywords: antifungal, antibacterial, essential oil, *Xenophyllum poposum*, *Candida albicans*, *Enterococcus faecalis*.

INTRODUCCIÓN

Actualmente la población está creciendo rápidamente, y con ella enfermedades como las infecciosas causadas por bacterias, virus, hongos, etc. La utilización incorrecta y sin discriminación de antibióticos en la gestión y prevención de enfermedades ha generado la emergencia de nuevas manifestaciones clínicas y la aparición de nuevos mecanismos de resistencia antimicrobiana. Esto fundamenta las variaciones observadas en los perfiles de sensibilidad y resistencia de los agentes causantes de infecciones comunes y hospitalarias. (1)

La biodiversidad vegetal ofrece alternativas antibacterianas y antifúngicas; algunas especies con excelentes resultados, debido a sus constituyentes químicos. Nuestro país es uno de los diez más diversos del planeta, del casi millón trescientos mil kilómetros cuadrados que mide el Perú, setecientos treinta mil están cubiertas de bosques. Razones sobran para maximizar el aprovechamiento sostenible de nuestros recursos naturales, previamente validados con estudios científicos y tecnológicos.(2)

En la altura de Tacna se encuentra una diversidad de plantas muy poco estudiadas, entre ellas está *Xenophyllum poposum* que crece a

más de 4000 metros sobre el nivel del mar y es utilizada por los pobladores para el alivio de malestares como el dolor estomacal, soroche o “mal viento”. (3)

Por lo mencionado, se ejecutó el presente estudio cuyo objetivo es determinar la actividad antimicótica y antibacteriana “*in vitro*” del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* frente a *Candida albicans* ATCC 10231 y *Enterococcus faecalis* ATCC 29212.

Los resultados obtenidos se utilizarán como punto de partida para investigaciones futuras acerca de esta especie y otras plantas similares que aún no han sido aprovechadas en términos de sus posibilidades en el ámbito de la salud.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Las enfermedades infecciosas son una de las principales causas de morbimortalidad, debido al alto costo social de la muerte prematura, su análisis es de suma importancia para evaluar el estado de salud de las poblaciones. (4)

De acuerdo con el informe del Análisis de Situación de Salud del Perú del año 2021, del Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades, se han registrado una tasa estimada de 366,5 por 100 mil habitantes en lo que respecta a enfermedades infecciosas. (5)

Las infecciones por *Candida* se han vuelto cada vez más frecuentes debido al uso intensivo de antimicóticos de amplio espectro, propagación de la infección por VIH y la terapia farmacológica concomitante con el trasplante de órganos o médula ósea, entre otras.(6) La candidiasis varía desde infecciones leves de la piel y las membranas mucosas hasta infecciones sistémicas graves que ponen en peligro la vida del

paciente. La *Candida albicans* es responsable aproximadamente del 50 % de todas las candidiasis, generalmente urogenital (5 % a 30%), cavidad oral (30 % a 50 %) y gastrointestinal (50 % a 70 %). Estudios refieren que la candidiasis sistémica puede ser fatal, especialmente en pacientes neutropénicos. (7)

Por otro lado, el Sistema Nacional de Vigilancia de Infecciones Nosocomiales de EE. UU. (NNIS) afirma que los enterococos representan más del 10 % de todas las infecciones adquiridas en hospitales. Enterococos faecalis se considera el patógeno humano más común y representa del 60 % al 90 % de los aislamientos clínicos de enterococos. (8) Las heridas y las úlceras crónicas, sirven como reservorios de enterococos en pacientes hospitalizados. Las mujeres pueden albergar asintómicamente una gran cantidad de enterococos en la vagina, y el 60 % de los hombres hospitalizados tienen enterococos en el perineo y las vías urinarias. (9)

Desde su introducción, los antibióticos han permanecido como un recurso crucial en el tratamiento de diversas enfermedades infecciosas, contribuyendo a la reducción de la morbilidad y mortalidad asociadas a estas afecciones. Se

generó una percepción equivocada de que muchas de estas enfermedades podrían desaparecer gracias a su uso. No obstante, el primer inconveniente surgió con la aparición de efectos secundarios, que variaban de leves a graves, seguido por el aumento cada vez más frecuente de la resistencia a uno o varios fármacos. Esto ha impulsado la necesidad de continuar explorando nuevos agentes antifúngicos y antibacterianos.(10)

La OMS reconoce que el 80 % de la población mundial utiliza la medicina tradicional para el cuidado de su salud. Dado el creciente consumo de plantas medicinales en los últimos años, la creencia de que son naturales y por lo tanto inocuas, y la escasa normativa interna existente que regula su comercialización, se propone brindar información sobre las características y condiciones de su uso, calidad y toxicidad, para que los profesionales del equipo de salud contribuyan a garantizar el uso racional de las hierbas medicinales. (11)

Dada la creciente incidencia de enfermedades infecciosas, los extractos biológicamente activos y los aceites esenciales derivados de plantas representan opciones prometedoras. Desde un punto de vista químico, estos elementos constituyen combinaciones complejas de

monoterpenos, sesquiterpenos, fenilpropanos, y, además, poseen efectos terapéuticos notables, como propiedades antibacterianas, antifúngicas, analgésicas y antiinflamatorias.

En las altas montañas del sur del Perú, Norte de Chile y Noroeste de Argentina, crece *Xenophyllum poposum* a más de 4000 metros sobre el nivel del mar, siendo el territorio peruano que alberga 14 de 22 especies del género *Xenophyllum*. Es usado tradicionalmente para tratar la hipertensión, enfermedades digestivas, tos, resfriado, mal de altura, también como antirreumático, antipirético, sedante y antiinflamatorio.

(12)

Este estudio pretende dar soporte científico al conocimiento popular, por tal razón tiene por objetivo determinar la actividad antimicótica frente a *Candida albicans* y la actividad antibacteriana frente a *Enterococcus faecalis* del aceite esencial de *Xenophyllum poposum*. Se seleccionaron ambos agentes microbianos, debido a que con frecuencia se ha descubierto que la bacteria Gram-positiva *Enterococcus faecalis* y la levadura *Candida albicans* son componentes de infecciones polimicrobianas, además ambos patógenos oportunistas se

encuentran como comensales en las mismas zonas del cuerpo humano, como la cavidad bucal y el tracto gastrointestinal. (13)

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 Problema principal

¿Cuál es la actividad antimicótica y antibacteriana “in vitro” del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* frente a *Candida albicans* ATCC 10231 y *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, Tacna- 2022?

1.2.2 Problemas secundarios

- a) ¿Cuál es la actividad antimicótica “in vitro” del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* frente a *Candida albicans* ATCC 10231?
- b) ¿Cuál es la actividad antibacteriana “in vitro” del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* frente a *Enterococcus faecalis* ATCC 29212?

1.3 JUSTIFICACIÓN

1.3.1 Justificación Teórica

El presente estudio se justifica desde un punto de vista teórico al considerar la importancia de identificar nuevas fuentes de compuestos bioactivos que ofrecen los recursos

naturales, siendo el Perú, un país con una gran biodiversidad de flora.(14) *Xenophyllum poposum* es una planta con propiedades medicinales comprobadas artesanalmente es por eso que la identificación y caracterización de los compuestos presentes en su aceite esencial, así como su actividad frente a *Candida albicans* y *Enterococcus faecalis*, contribuirían al entendimiento de su potencial terapéutico. La elección de los agentes microbianos del presente estudio es debido a que el hongo *Candida albicans* y la bacteria grampositiva *Enterococcus faecalis* son de relevancia clínica, dado que ambas especies se consideran patógenos oportunistas colonizando comúnmente la cavidad oral, los tractos gastrointestinal y urogenital.(15)

1.3.2 Justificación metodológica

Desde una perspectiva metodológica, la prueba utilizada para determinar la susceptibilidad antibacteriana y antimicótica fue la técnica de Kirby-Bauer, también conocida como el método de difusión en disco, esta técnica es ampliamente utilizada y estandarizada que ofrece una evaluación rápida y confiable, lo que significa que los resultados obtenidos son comparables y reproducibles entre

diferentes laboratorios.(16,17) La metodología utilizada para extraer el aceite esencial de *Xenophyllum poposum* fue la destilación por arrastre de vapor, esta técnica es muy utilizada especialmente debido a su alto rendimiento, la pureza del aceite obtenido y porque no requiere tecnología sofisticada.(18) Además, también se consideró controles positivos y negativos apropiados para validar los resultados.

1.3.3 Justificación práctica

La determinación de la actividad antimicótica y antibacteriana del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* se justifica por su relevancia práctica en el desarrollo de nuevos agentes terapéuticos o productos antimicrobianos, dado que los resultados podrían contribuir al desarrollo de tratamientos naturales, ofreciendo alternativas a los tratamientos convencionales y potencialmente ayudando a abordar problemas de resistencia a los antimicrobianos, a su vez contribuiría al conocimiento científico y la formación de recursos humanos en el campo de la farmacología y disciplinas relacionadas.(19) También puede tener implicaciones económicas, al promover el uso eficiente de los

recursos en la atención de la salud, así como en la reducción de los costos asociados con la resistencia antimicrobiana.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Determinar la actividad antimicótica y antibacteriana “*in vitro*” del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* frente a *Candida albicans* ATCC 10231 y *Enterococcus faecalis* ATCC 29212.

1.4.2 Objetivos específicos

- a) Determinar la actividad antimicótica “*in vitro*” del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* frente a *Candida albicans* ATCC 10231.
- b) Determinar la actividad antibacteriana “*in vitro*” del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* frente a *Enterococcus faecalis* ATCC 29212.

1.5 HIPÓTESIS

1.5.1 Hipótesis General

El aceite esencial de *Xenophyllum poposum* presenta actividad antimicótica y antibacteriana frente a *Candida albicans* ATCC 10231 y *Enterococcus faecalis* ATCC 29212.

1.5.2 Hipótesis Específicas

- a) El aceite esencial de *Xenophyllum poposum* presenta actividad antimicótica frente a *Candida albicans* ATCC 10231.
- b) El aceite esencial de *Xenophyllum poposum* presenta actividad antibacteriana frente a *Enterococcus faecalis* ATCC 29212.

1.6 VARIABLES

1.6.1 Variable Independiente (A)

- Actividad antimicótica del aceite esencial de *Xenophyllum poposum*.

1.6.1.1 Dimensiones

- Porcentaje

1.6.1.2 Indicadores

- Aceite esencial de *Xenophyllum poposum* al 10%
- Aceite esencial de *Xenophyllum poposum* al 20%
- Aceite esencial de *Xenophyllum poposum* al 30%
- Aceite esencial de *Xenophyllum poposum* al 40%
- Aceite esencial de *Xenophyllum poposum* al 50%
- Aceite esencial de *Xenophyllum poposum* al 60%
- Aceite esencial de *Xenophyllum poposum* al 70%
- Aceite esencial de *Xenophyllum poposum* al 80%
- Aceite esencial de *Xenophyllum poposum* al 90%
- Aceite esencial de *Xenophyllum poposum* al 100%

1.6.2 Variable Independiente (B)

- Actividad antibacteriana del aceite esencial de *Xenophyllum poposum*.

1.6.2.1 Dimensiones

- Porcentaje

1.6.2.2 Indicadores

- Aceite esencial de *Xenophyllum poposum* al 10%
- Aceite esencial de *Xenophyllum poposum* al 20%
- Aceite esencial de *Xenophyllum poposum* al 30%

- Aceite esencial de *Xenophyllum poposum* al 40%
- Aceite esencial de *Xenophyllum poposum* al 50%
- Aceite esencial de *Xenophyllum poposum* al 60%
- Aceite esencial de *Xenophyllum poposum* al 70%
- Aceite esencial de *Xenophyllum poposum* al 80%
- Aceite esencial de *Xenophyllum poposum* al 90%
- Aceite esencial de *Xenophyllum poposum* al 100%

1.6.3 Variable Dependiente (C)

- Inhibición de crecimiento de *Candida albicans* ATCC 10231

1.6.3.1 Dimensiones

- Halos de inhibición

1.6.3.2 Indicadores

- En medio de cultivo líquido se analizará su turbidez.
- En medio de cultivo sólido (UFC Unidad Formadora de Colonias) se medirá el diámetro en milímetros.

1.6.4 Variable Dependiente (D)

- Inhibición de crecimiento de *Enterococcus faecalis* ATCC 29212

1.6.4.1 Dimensiones

- Halos de inhibición

1.6.4.2 Indicadores

- En medio de cultivo líquido se analizará su turbidez.
- En medio de cultivo sólido (UFC Unidad Formadora de Colonias) se medirá el diámetro en milímetros.

1.6.5 Operacionalización de las variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	TÉCNICA DE VERIFICACIÓN	ESCALA
<p>Variable A Actividad antimicótica del aceite esencial de <i>Xenophyllum poposum</i>.</p>	<p>Es la capacidad de inhibir, prevenir el crecimiento y la reproducción de hongos, cualitativa y cuantitativamente, (20) las sustancias químicas biológicamente activas extraídas de la planta <i>Xenophyllum poposum</i> para inhibir.</p>	<p>Los diferentes porcentajes del aceite esencial de <i>Xenophyllum poposum</i></p>	<p>Porcentaje</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aceite esencial de <i>X. poposum</i> al 10% • Aceite esencial de <i>X. poposum</i> al 20% • Aceite esencial de <i>X. poposum</i> al 30% • Aceite esencial de <i>X. poposum</i> al 40% • Aceite esencial de <i>X. poposum</i> al 50% • Aceite esencial de <i>X. poposum</i> al 60% • Aceite esencial de <i>X. poposum</i> al 70% • Aceite esencial de <i>X. poposum</i> al 80% • Aceite esencial de <i>X. poposum</i> al 90% • Aceite esencial de <i>X. poposum</i> al 100% 	<p>Método de dilución</p>	<p>Ordinal</p>
<p>Variable B Actividad antibacteriana del aceite esencial de <i>Xenophyllum poposum</i>.</p>	<p>Es la capacidad de eliminar, inactivar y refrenar la proliferación de bacterias patógenas, cualitativa y cuantitativamente (21) por parte de las sustancias químicas extraídas de la planta <i>Xenophyllum poposum</i>.</p>	<p>Los diferentes porcentajes del aceite esencial de <i>Xenophyllum poposum</i></p>	<p>Porcentaje</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aceite esencial de <i>X. poposum</i> al 10% • Aceite esencial de <i>X. poposum</i> al 20% • Aceite esencial de <i>X. poposum</i> al 30% • Aceite esencial de <i>X. poposum</i> al 40% • Aceite esencial de <i>X. poposum</i> al 50% • Aceite esencial de <i>X. poposum</i> al 60% • Aceite esencial de <i>X. poposum</i> al 70% • Aceite esencial de <i>X. poposum</i> al 80% • Aceite esencial de <i>X. poposum</i> al 90% • Aceite esencial de <i>X. poposum</i> al 100% 	<p>Método de dilución</p>	<p>Ordinal</p>

Variable C Inhibición de crecimiento de <i>Candida albicans</i> ATCC 10231	Proceso mediante el cual se reduce o detiene la capacidad de crecimiento y reproducción de <i>Candida albicans</i> (22)	Medición del diámetro del halo de inhibición en milímetros constituido en torno de cada disco.	Halos de inhibición	En medio de cultivo sólido	(Escala de Duraffourd) Resistente < 9 mm Intermedios 9-14 mm Sensibles >14 mm	Método de Kirby Bauer	Ordinal
				En medio de cultivo líquido	(Escala de McFarland) turbidez		Ordinal
Variable D Inhibición de crecimiento de <i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212.	Proceso mediante el cual se reduce o detiene la capacidad de crecimiento y reproducción de <i>Enterococcus faecalis</i> (9)	Medición del diámetro del halo de inhibición en milímetros constituido en torno de cada disco.	Halos de inhibición	En medio de cultivo sólido	(Escala de Duraffourd) Resistente < 9 mm Intermedios 9-14 mm Sensibles >14 mm	Método de Kirby Bauer	Ordinal
				En medio de cultivo líquido	(Escala de McFarland) turbidez		Ordinal

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1 Antecedentes internacionales

En Chile, Erazo et al. (2006) realizaron la investigación titulada “*Actividades biológicas de Xenophyllum poposum Phil. (Asteraceae), planta del altiplano chileno*”.(12) Determinaron la actividad antibacteriana, antiinflamatoria y analgésica de los extractos de *X. poposum*, hallaron que el de aceite esencial y los extractos de hexano, diclorometano y metanol de *X. poposum* expusieron actividad antibacteriana *in vitro* frente a *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* y *Saccharomyces cerevisiae*. La indometacina redujo el edema de oreja de ratón en un 92,9 % en comparación la aplicación tópica de extractos de diclorometano y hexano de *X. poposum* quienes redujeron el edema en un 80,9 % y un 60,6 %, respectivamente, inducido por 12-O-tetradecanoilforbol 13-acetato (TPA). Estos extractos manifestaron también una buena actividad analgésica en la prueba con ácido acético. Indujeron una inhibición en la respuesta de contorsiones del 62,2 % y 57,1 %,

respectivamente, inhibiciones parecidas a las expuestas por el ibuprofeno (76,5 %). (12)

González et al. (2012) en la investigación titulada “*Composición química, propiedades antimicrobianas y antioxidantes del aceite volátil y extracto metanólico de Xenophyllum poposum*”. (23) El propósito de esta investigación fue examinar tanto el aceite esencial como el extracto metanólico de la planta medicinal *X. poposum*, recolectada en la provincia de Catamarca, en el noroeste argentino. Los análisis de cromatografía de gases (GC) y cromatografía de gases-masas (GC-MS) del aceite esencial identificaron 56 compuestos que representan el 92,9% del total. Los principales componentes del aceite fueron δ -cadineno (16,5 %), 6-hidroxitretona (14,7 %), epic- α -cadinol (12,0 %), α -cadinol (8,8 %), γ -cadineno (7,5 %), 1-epi-cubenol (4,2 %) y α -muurolene (3,0 %). Se observaron actividades antibacterianas en el aceite esencial contra *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina, así como contra los hongos *Trichophyton rubrum* y *Aspergillus fumigatus*, con valores de Concentración Inhibitoria Mínima (CIM) de 0,25, 0,05 y 0,025 mg/mL, respectivamente. El extracto metanólico exhibió actividad antibacteriana contra

dos cepas de *Staphylococcus aureus* y dos cepas de hongos patógenos. Los principales componentes aislados del extracto de metanol fueron los antifúngicos 4-hidroxi-3-(isopenten-2-il)-acetofenona, 6-hidroxitremetona y tremetona. La 6-hidroxitremetona demostró actividad contra todas las cepas fúngicas y una de las cepas de *S. aureus* evaluadas. Se evaluaron las propiedades antioxidantes y eliminadoras de radicales del extracto de metanol y del aceite esencial mediante el ensayo de 2,2'-difeníl-1-picrilhidrazilo y la prueba de blanqueo de β -caroteno (BCB). En comparación con el hidroxitolueno butilado, el extracto metanólico y el aceite esencial mostraron actividad antioxidante moderada y débil, respectivamente.

Torres et al. (2022) en Argentina, en su trabajo de investigación titulado “Estudio de la actividad antimicrobiana de *Xenophyllum poposum* sobre microorganismos de la cavidad bucal por el método de difusión radial”. (20) Evaluaron la actividad antimicrobiana “*in vitro*” de extractos de *Xenophyllum poposum* sobre microorganismos bucales que incluyen *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sobrinus*, *Lactobacillus casei*, *Actinomyces naeslundii*, *Actinomyces odontolyticus*,

Candida albicans y *Veillonella sp.* Se utilizó el método de difusión radial en agar, utilizando etanol y Clorhexidina al 0,12 % (Plac out NF®) como controles negativo y positivo de inhibición, respectivamente. Los extractos que mostraron mayor actividad antimicrobiana fueron el etanólico y el clorofórmico. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos ($p \geq 0,05$). Además, no se observaron diferencias significativas en comparación con la Clorhexidina, excepto en el caso de *Veillonella sp.*, donde el extracto etanólico presentó halos de inhibición significativamente menores en este microorganismo. Este hallazgo es relevante, ya que *Veillonella* se considera un indicador de salud en relación con la caries dental. En consecuencia, el extracto etanólico de *Xenophyllum poposum* podría ser considerado como un agente de control químico para la biopelícula dental.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Quispe G. (2017), en su estudio titulado “*Efecto cicatrizante del extracto hidroalcohólico de las hojas de Xenophyllum dactylophyllum “conoca”. Ayacucho, 2016*”.

(24) El propósito de este estudio fue evaluar el efecto cicatrizante del extracto hidroalcohólico de *X. dactylophyllum* "conoca" en ratones albinos en Ayacucho. Durante la investigación, se llevó a cabo una identificación fitoquímica cualitativa que resultó positiva para catequinas, azúcares reductores, saponinas, compuestos fenólicos y taninos, flavonoides, alcaloides, compuestos oxidables y triterpenoides. Se conformaron aleatoriamente cinco grupos de seis animales cada uno, a los cuales se les administraron extractos en geles de carboximetilcelulosa como vehículo, en concentraciones del 1 %, 2 % y 4 %, junto con un control positivo (Dermaclín Plus) y un control negativo (solo vehículo). Los porcentajes de efecto cicatrizante obtenidos fueron del 34,20 % al 1 %, 55,32 % al 4 % y 53,14 % al 2 %. Las concentraciones del 2 % y 4 % demostraron ser estadísticamente similares al estándar Dermaclín Plus ($p > 0,05$), que mostró un 55,56% de efecto cicatrizante. Como conclusión, se determinó que el extracto hidroalcohólico de las hojas de *Xenophyllum dactylophyllum* "conoca" posee un efecto cicatrizante significativo, lo que lo posiciona como una alternativa efectiva en el proceso de curación de heridas.

Zea Q. (2019) realizó un estudio titulado “Efecto antibacteriano de *Xenophyllum dactylophyllum* (pupusa) y *Werneria sp* (pura pura) sobre *escherichia coli* en condiciones de laboratorio 2018”. (25) Los objetivos de este estudio fueron determinar la composición fitoquímica cualitativa (alcaloides, fenoles y taninos) de los extractos etanólicos de *Xenophyllum dactylophyllum* (pupusa) y *Werneria sp.* (pura pura), así como evaluar el porcentaje de inhibición de dichos extractos en concentraciones del 25 %, 50 %, 75 % y 100 % de *Xenophyllum dactylophyllum* y *Werneria sp.* sobre *Escherichia coli*. Se utilizó el método de extracción etanólica por maceración y el método de Kirby Bauer para evaluar el efecto antibacteriano. El análisis estadístico consistió en ANOVA y la prueba de Tukey. En cuanto a los resultados, se encontró que el extracto etanólico de *X. dactylophyllum* contenía una abundancia de alcaloides, con fenoles y taninos presentes en cantidades muy abundantes. Por otro lado, en *Werneria sp.*, los alcaloides fueron muy abundantes, y los fenoles y taninos fueron abundantes. En la evaluación del efecto antibacteriano de los extractos etanólicos, la concentración del 100 % de *X. dactylophyllum* produjo un promedio de 15,03 mm de halo de

inhibición, con un porcentaje de 96,71 %, mientras que la concentración del 25 % mostró un halo de inhibición de 11,70 mm. En *Werneria sp.*, la concentración del 100 % generó un halo de inhibición de 13,96 mm, con un porcentaje de 89,83 %. Comparado con la Amoxicilina, que presentó un halo de inhibición de 10,74 mm al 25 %, y el control positivo alcanzó un halo de inhibición de 15,54 mm. Se utilizaron 30 µl de extracto etanólico y 20 µl de Amoxicilina como control positivo. Se demostró que entre las concentraciones del 25 % al 100 % y el control positivo, hay diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.001 < 0.05$). En conclusión, el tratamiento al 100 % mostró un efecto antibacteriano de 15,03 mm y 13,96 mm de halo de inhibición para los extractos etanólicos de *X. dactylophyllum* y *Werneria sp.*, respectivamente, siendo menos efectivos en comparación con el control positivo de Amoxicilina frente a *Escherichia coli*.

Martínez R. (2020) en Trujillo, en su trabajo de investigación titulado “Efecto antibacteriano y antifúngico in vitro del extracto etanólico de *Nasturtium officinale* (berro) sobre *Enterococcus faecalis* y *Candida albicans*”, trabajó con concentraciones del 20 %, 40 %, 60 %, 80 % y 100 % de

extracto etanólico de *Nasturtium officinale*. Se emplearon Clorhexidina como control positivo para *Enterococcus faecalis* y Nistatina para *Candida albicans*. Los promedios de los halos de inhibición del crecimiento de *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 fueron de 22,17 mm (20 %), 23,08 mm (40 %), 26,33 mm (60 %), 28,58 mm (80 %), 28,92 mm (100 %), mientras que para la Clorhexidina fue de 23 mm. En cuanto a los promedios de los halos de inhibición del crecimiento de *Candida albicans* ATCC 10231, fueron de 10 mm (20 %), 10,17 mm (40 %), 10,33 mm (60 %), 10,42 mm (80 %), 13,92 mm (100 %), comparados con la Nistatina que mostró un halo de 19 mm. Como conclusión, se determinó que el extracto etanólico de *Nasturtium officinale* presenta un efecto antibacteriano y antifúngico in vitro sobre los microorganismos analizados.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 *Xenophyllum*

El género *Werneria* fue determinado por Carl S. Kunth y dedicado al geólogo alemán Abraham G. Werner. Las características morfológicas de este género indican diversidad de especies y determinan que este género no es monofilético.

Consiguientemente, casi el 50 % de las especies fueron transferidas a los nuevos géneros *Xenophyllum*, *Misbrookea* y *Anticonia*. (3) El género A. Funk consta de 22 especies y está ampliamente distribuido en la Cordillera de los Andes en América del Sur a altitudes superiores a los 3.600 metros. Los Andes peruanos muestran los recursos andinos más ricos desde la provincia amazónica hasta Tacna, cuentan con 14 especies, seguidamente de Bolivia con 11, Ecuador tiene 5, Colombia con 3, Chile con 4 y Argentina con 4.(26)

Las especies originarias de Perú tienden a adaptarse especialmente en los Andes. La altitud desarrolla un papel fundamental en la distribución de diversas especies de *Xenophyllum*, siendo un factor determinante. La mayoría de estas especies (13 taxones) muestran adaptaciones en altitudes que van desde los 4000 metros hasta el límite superior de la vegetación en los Andes centrales y occidentales. (27)

2.1.1.1 *Xenophyllum poposum*

Xenophyllum poposum Phil. (*Werneria poposa* Phil.), Asteraceae, conocida comúnmente como "poposa", "pupusa" o "fosfosa", es un arbusto que se desarrolla a altitudes que

oscilan entre los 4000 y 5148 metros sobre el nivel del mar. Sus hojas son simples, con el extremo que finaliza de manera abrupta en un callo. Esta especie ha sido identificada en las elevadas montañas del norte de Argentina, norte de Chile y Bolivia, y en Perú ha sido recolectada desde Huánuco hasta Tacna.(26)

2.1.1.1.1 Clasificación taxonómica

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Asterales

Familia: Asteraceae

Género: *Xenophyllum*

Especie: *Xenophyllum poposum*

Fuente: Herbario Takana (Anexo N°05)

2.1.1.1.2 Morfología de *Xenophyllum poposum*

Puede alcanzar una altura de 5 a 7 centímetros y emite un aroma intenso. Posee una estructura en forma de

medialuna con un tallo corto y engrosado, de naturaleza leñosa, que sostiene un follaje compacto. Sus raíces son fibrosas, las hojas se disponen de manera helicoidal, son imbricadas y de tonalidad pardo-verdosa. Las flores presentan un cáliz plumoso, son de tipo dimorfo, con las marginales labiadas y liguladas, de color blanco y de naturaleza femenina. Esta planta se desarrolla en suelos caracterizados por su composición arenoso-rocosa y alta humedad.(28)

2.1.1.1.3 Propiedades medicinales

En la medicina tradicional, se emplean infusiones de las partes superiores de esta planta para abordar problemas digestivos como hipertensión, mal de altura, dispepsia, enteritis, cólicos intestinales y diarrea. Además, se recurre a ella para aliviar el dolor abdominal, tratar el reumatismo y como condimento en la alimentación de pacientes convalecientes de neumonía.(23)

Además de otras propiedades beneficiosas, *Xenophyllum poposum* se utiliza para aliviar hemorragias en los pulmones y el estómago. La

decocción de sus hojas con sal se aplica en baños y compresas para aliviar dolores musculares y óseos, así como para reducir la inflamación en las piernas de personas afectadas por gota. Asimismo, las hojas secas y pulverizadas son utilizadas para espolvorear sobre heridas. (27)

2.2.2 Aceites esenciales

Los aceites esenciales son compuestos producidos en el metabolismo de las plantas, y la mayoría de ellos son volátiles, contribuyendo al aroma característico de las plantas. La cantidad de compuestos químicos en un aceite esencial puede variar entre 50 y 300, dependiendo de la especie. Estos compuestos pertenecen a diversas categorías, como hidrocarburos terpénicos, alcoholes, aldehídos, cetonas, éteres, ésteres, compuestos fenólicos, fenilpropanoides, entre otros, según la especie en consideración.(29)

2.2.2.1 Clasificación de aceites esenciales

Desde el punto de vista químico y a pesar de su composición compleja con diferentes tipos de

sustancias, los aceites esenciales se pueden clasificar de acuerdo con el tipo de sustancias que son los componentes mayoritarios.

Según esto los aceites esenciales ricos en monoterpenos se denominan aceites esenciales monoterpenoides (p.ej. hierbabuena, albahaca, salvia, etc.). Los ricos en sesquiterpenos son los aceites esenciales sesquiterpenoides (p.ej. copaiba, pino, junípero, etc.). Los ricos en fenilpropanos son los aceites esenciales fenilpropanoides (p.ej. clavo, canela, anís, etc.). (30)

2.2.2.2 Composición química

Los componentes principales de los aceites esenciales son los terpenos de peso molecular bajo y medio, que incluyen los monoterpenos, sesquiterpenos y, en menor medida, los diterpenos. Los monoterpenos son las moléculas más prevalentes y pueden representar hasta el 90% del contenido total del aceite. Dentro de los monoterpenos se encuentran α -pineno, β -pineno, mirceno, limoneno, 1,8-cineol y alcanfor, mientras que trans-cariofileno y óxido de cariofileno

son ejemplos de sesquiterpenos. Estos terpenos se originan a partir de las unidades de carbono del isopentenil pirofosfato (IPP), también conocido como isopreno, que sirve como precursor para las series de monoterpenos (C10), sesquiterpenos (C15), diterpenos (C20), entre otras. (18,31)

2.2.2.3 Extracción de aceites esenciales

La obtención de aceites esenciales varía según la morfología de la planta, la variedad y el rendimiento. Diversos métodos se utilizan para extraer aceites esenciales, como la destilación con vapor de agua, la columna de destilación discontinua, la hidrodestilación con arrastre de vapor de agua a presión y temperatura controlada, la extracción por fluidos supercríticos, la extracción por expresión y la extracción con solventes orgánicos.(29)

En el proceso de destilación por arrastre con vapor de agua, se toma una muestra vegetal por lo general fresca y se corta en fragmentos pequeños. Esta muestra se coloca en una cámara inerte y se expone a una corriente de vapor de agua

sobrecalentado. La esencia llevada por el vapor se condensa posteriormente, se recoge y se separa de la fracción acuosa. Su aplicación a nivel industrial se debe a su alto rendimiento, la pureza del aceite obtenido y a que no requiere tecnología avanzada.(32)

En el método de extracción con solventes volátiles, la muestra seca y molida se pone en contacto con solventes tales como alcohol, cloroformo, etc. Estos solventes solubilizan la esencia, pero también solubilizan y extraen otras sustancias tales como grasas y ceras, obteniéndose al final una esencia impura. Se utiliza a escala de laboratorio pues a nivel industrial resulta costoso por el valor comercial de los solventes, porque se obtienen esencias impurificadas con otras sustancias, y además por el riesgo de explosión e incendio característicos de muchos solventes orgánicos volátiles.(30)

En el método de enflorado o enfleurage, se coloca el material vegetal, comúnmente flores, en

contacto con un aceite vegetal. La esencia se disuelve en el aceite vegetal, que funciona como agente extractor. Inicialmente, se obtiene una mezcla de aceite esencial y aceite vegetal, y posteriormente se separa mediante otros procesos fisicoquímicos. Aunque esta técnica se utiliza para extraer esencias florales como las de rosa, jazmín y azahar, su eficiencia limitada y la complicada separación del aceite extracto la convierten en un método costoso.

El método de extracción mediante fluidos supercríticos, de desarrollo más reciente, implica tomar el material vegetal, ya sea cortado en trozos pequeños, licuado o molido, y colocarlo en una cámara de acero inoxidable. A través de la muestra se hace circular un líquido supercrítico, como el bióxido de carbono líquido. Este líquido supercrítico actúa como solvente extractor, solubilizando y arrastrando las esencias. Luego, el líquido se elimina mediante descompresión gradual hasta alcanzar la presión y temperatura ambiente, resultando en la obtención de una esencia pura. A pesar de sus

beneficios, como un rendimiento elevado, compatibilidad ecológica, fácil eliminación y posibilidad de reciclaje del solvente, y la preservación química de los componentes de la esencia debido a las bajas temperaturas utilizadas, el equipo necesario es relativamente costoso, ya que se necesitan bombas de alta presión y sistemas de extracción que sean resistentes a las altas presiones.(29,30)

2.2.3 *Candida albicans*

Es un hongo dimórfico que forma parte del Phylum Ascomycota. Presenta pseudohifas, hifas y blastoconidios subesféricos (con dimensiones de 3-8 x 2-7 μm). Este saprobio se asocia con animales de sangre caliente y coloniza la vagina, así como los tractos digestivo y respiratorio en seres humanos. Aunque puede afectar la piel, uñas y membranas mucosas, la complicación más grave de la enfermedad se presenta en pacientes inmunodeprimidos, donde la infección puede diseminarse de manera generalizada y poner en riesgo la vida del paciente. (33)

2.2.4 Candidiasis

La candidosis, también conocida como candidiasis, es la representante de la micosis oportunista más común. Se refiere a una infección, ya sea aguda o crónica, que afecta las mucosas, piel, uñas o tejidos profundos. La causa subyacente son las levaduras comensales del género *Candida*, las cuales residen en áreas como la piel, mucosas, vías respiratorias altas, tracto genitourinario y tracto digestivo en los seres humanos. En términos generales, esta afección puede afectar a individuos de todas las edades, géneros, razas y ocupaciones. Sin embargo, la predisposición a adquirir la micosis se relaciona con la presencia de factores de oportunismo, como la diabetes, carcinomas, leucemia, tratamientos con fármacos inmunosupresores, inmunodeficiencias como el SIDA, entre otros.(34)

2.2.4.1 Epidemiología

La candidosis, una infección fúngica de considerable gravedad, ha experimentado un aumento en su incidencia en los últimos años, lo que ha llevado a un aumento en la

tasa de mortalidad asociada. La incidencia de la candidosis probablemente supere los 8.6 casos por cada 100,000 habitantes, y al menos 3.5 de cada 100,000 habitantes fallecen anualmente debido a esta condición, a menudo sin recibir un diagnóstico o tratamiento adecuado.(35)

2.2.4.2 Clínica

El cuadro clínico depende de la localización de la enfermedad y las principales características son: (36)

Candidosis vulvovaginal: Se caracteriza por la presencia predominante de un enantema doloroso acompañado de exudado blanco o beige. Debajo de esta área, pueden observarse Petequias o erosiones hemorrágicas que suelen ulcerarse.(37)

Candidosis sistémica: Los signos y síntomas de esta forma de candidosis son inespecíficos y fácilmente se confunden con infecciones bacterianas. Por lo general, se manifiesta con fiebre irregular, astenia, adinamia y un mal estado general. Estos síntomas se acompañan de los que provienen del órgano afectado. (37)

Candidosis gastroesofágica: Se caracteriza por la presencia de hemorragia gástrica, disfagia, vómito y dolor retroesternal intenso. Estos síntomas pueden asemejarse a los de otras patologías comunes en esta área. (37)

Candidosis intestinal: Los datos clínicos más destacados incluyen diarreas con evacuaciones mucosas de color blanco, dolor abdominal moderado y meteorismo. (37)

Candidosis pulmonar: Con frecuencia, se manifiesta con un síndrome neumónico que se caracteriza por tos, dolor torácico, disnea y esputo blanco. (37)

Candidosis urinaria: Puede presentarse únicamente en el riñón, lo que se manifiesta con polaquiuria, dolor vesical y signos de uretritis. (37)

2.2.5 Enterococcus

Los enterococos son bacterias que poseen la característica de ser grampositivas y residen en el interior del tracto gastrointestinal de diversos organismos, incluyendo a los humanos. También se pueden hallar en el tracto genitourinario y en la saliva.(8) Se han reconocido

como patógenos oportunistas en seres humanos, pudiendo provocar diversas enfermedades, incluyendo endocarditis, bacteriemias *enterocóccicas*, infecciones del tracto urinario, neonatales, del sistema nervioso central (aunque son poco comunes) y del área intraabdominal y pélvica.(38)

Pueden ajustarse para habitar en entornos extremadamente desafiantes, incluso en presencia de concentraciones letales de sales biliares y detergentes, como el dodecil sulfato de sodio. La capacidad de los *Enterococcus* para adaptarse y subsistir en presencia de detergentes podría posibilitar su supervivencia en condiciones de limpieza deficientes, lo que contribuiría a su persistencia en entornos hospitalarios. Varios estudios epidemiológicos han evidenciado que estos microorganismos pueden propagarse de una persona a otra en el ámbito hospitalario a través de instrumentos clínicos o mediante el contacto con las manos del personal de salud.(39)

2.2.5.1 Especies de *Enterococcus*

Hay un total de 33 especies que pertenecen al género *Enterococcus*. (40)

Algunas de estas especies tienen preferencias por hospederos específicos. En humanos, las especies más comunes son *E. faecalis* y *E. faecium*, ya que juntas constituyen aproximadamente el 90 % de los aislamientos clínicos.(41) Otras especies, como *E. gallinarum*, *E. raffinossus*, *E. casseliflavus* y *E. avium*, se encuentran en proporciones menores. Múltiples estudios sugieren al *E. faecalis* como el microorganismo más prevalente en el tracto gastrointestinal humano, lo cual explicaría el predominio en los hospitalizaciones.(42)

2.2.5.2 Patogenicidad y virulencia

Los *Enterococcus* muestran un potencial patogénico limitado en individuos sanos; sin embargo, en personas mayores y en aquellos con sistemas inmunológicos comprometidos, estos microorganismos actúan como patógenos oportunistas. Las infecciones se manifiestan cuando las defensas naturales del huésped se ven disminuidas debido a enfermedades o al uso de dispositivos invasivos. Este género exhibe diversos factores de virulencia, como hemolisinas, sustancias de agregación, bacteriocinas, proteasas y

aglutininas. Además, la presencia de carbohidratos en la pared celular y sitios de unión a la fibronectina facilita la adherencia a los tejidos del huésped, lo que puede aumentar su capacidad patogénica.(43)

2.2.5.3 *Enterococcus faecalis*

Es una bacteria comensal Gram-positiva que reside en el tracto gastrointestinal de seres humanos y otros mamíferos. Al igual que otras especies del género *Enterococcus*, *E. faecalis* tiene la capacidad de provocar infecciones, especialmente en entornos hospitalarios, en los seres humanos. Su prevalencia se ve incrementada por su habilidad para desarrollar resistencia a casi todos los antibióticos disponibles en la actualidad. (44)

Estos microorganismos normalmente residen en el sistema digestivo de animales de sangre caliente. Su presencia en alimentos generalmente señala contaminación fecal, indicando falta de higiene o condiciones de conservación deficientes, a excepción de aquellos alimentos donde desempeñan un papel como parte natural de procesos fermentativos. Son

notoriamente resistentes a condiciones adversas, como la congelación, desecación y tratamiento térmico, lo que los convierte en indicadores efectivos para evaluar las condiciones higiénicas y de conservación en alimentos congelados y desecados.(45)

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

- **Anaerobio:** Este término hace referencia a organismos que pueden sobrevivir y reproducirse en entornos carentes de oxígeno. En particular, las bacterias anaerobias son microorganismos capaces de prosperar en ausencia de oxígeno.(46)
- **Antibacteriano:** Se refiere a sustancias o fármacos que poseen la capacidad de prevenir o combatir el crecimiento de bacterias. Estos agentes se utilizan para tratar infecciones bacterianas y pueden actuar de diversas formas, interfiriendo con la síntesis de la pared celular bacteriana, la síntesis de proteínas o la replicación del material genético bacteriano.(47)
- **Bacteria Gram negativa:** Un tipo de bacterias que exhiben una respuesta negativa a la tinción de Gram. La tinción de Gram implica el uso de colorantes violetas y rojos que

interactúan con la estructura de la pared celular de las bacterias. Las bacterias gramnegativas tienen una pared celular más compleja en comparación con las bacterias grampositivas.(48)

- **Bacteria Gram positiva:** Bacterias clasificadas según el color que adquieren en el método de tinción de Gram. Este método utiliza un tinte violeta cristal, retenido por la gruesa pared celular de peptidoglicano presente en los organismos grampositivos.(49)
- **Colonia:** Agrupación visible de bacterias que se desarrollan a partir de una sola célula o de un pequeño número de células que se han dividido repetidamente. Estas colonias son el resultado del crecimiento en un medio sólido, como el agar, en condiciones de laboratorio.(50)
- **Cepa bacteriana:** Una población de bacterias con características específicas que descienden de una bacteria original. La variación genética dentro de una especie bacteriana puede dar lugar a diferentes cepas con características particulares.(51)
- **Concentración mínima Inhibitoria (CMI):** Se refiere al nivel mínimo de un agente antimicrobiano necesario para detener el

desarrollo de un microorganismo después de haber sido incubado. (52)

- **Concentración mínima Bactericida (CMB):** Es la cantidad más baja en la que el antibiótico tiene la capacidad de eliminar el 99,9% de una muestra inoculada bajo condiciones estandarizadas. (53)
- **Cultivos:** Procedimiento microbiológico utilizado para propagar especies bacterianas en entornos controlados, facilitando el examen detallado de las bacterias responsables de enfermedades infecciosas de relevancia clínica.(54)
- **Disco de sensibilidad:** Se trata de discos que contienen un antibiótico particular y se emplean en pruebas de sensibilidad mediante el método de difusión en agar. (55)
- **Fitoterapia:** Es una modalidad de medicina alternativa que aprovecha extractos de plantas y hierbas medicinales con propósitos terapéuticos.(56)
- **Halo de inhibición:** Área circundante al disco de sensibilidad, donde una sustancia antibacteriana logra inhibir el crecimiento de bacterias después de un tiempo específico.(57)
- **Incubación:** Proceso que proporciona condiciones propicias para el crecimiento y desarrollo de cultivos bacterianos.(55)

- **In vitro:** La investigación "in vitro" se lleva a cabo al intentar gestionar meticulosamente las condiciones experimentales, con el objetivo de mejorar la comprensión de los procesos biológicos y analizar el comportamiento de células, tejidos u otros elementos biológicos en un entorno controlado.(58)
- **Medio de cultivo:** Es un medio artificial que contiene los nutrientes esenciales para el crecimiento y la reproducción de bacterias in vitro, presentándose en formas sólida, semisólida o líquida. (58)
- **Microbiota:** Grupo de microorganismos, predominantemente bacterias, que se establecen en un entorno específico dentro del cuerpo de un organismo multicelular.(59)
- **Patógeno:** Organismo, generalmente microscópico, capaz de provocar enfermedades o perjuicios en un organismo huésped. Los patógenos abarcan bacterias, virus, hongos, protozoos y otros microorganismos.(60)

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 TIPO, DISEÑO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1 Tipo de investigación

- **Según la intervención del investigador**

Se trata de un estudio observacional que detectó las propiedades antimicóticas y antibacterianas del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* en varios porcentajes, en relación con cepas de *Candida albicans* y *Enterococcus faecalis*, sin establecer una relación causal.

- **Según la planificación de las mediciones**

Es prospectivo.

- **Según el número de mediciones**

Es transversal

- **Según el número de variables**

Es analítico, porque permitió conocer el efecto antimicótico y antibacteriano.

3.1.2 Diseño de investigación

Esta investigación se clasifica como un estudio no experimental, ya que se emplearon técnicas de cultivo inoculado con cepas de *Candida albicans* y *Enterococcus faecalis*. Se aplicaron discos embebidos a diversos porcentajes del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* en dichos cultivos.

3.1.3 Nivel de investigación

El nivel del estudio es relacional.

3.2 MUESTRA

En la realización de esta investigación en el caso del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* se utilizó diez tratamientos y nueve repeticiones dando como resultado un total de 90 unidades de prueba para *Candida albicans* y 90 unidades de prueba para *Enterococcus faecalis*.

3.2.1 Unidad de estudio:

- Placas Petri sembradas con *Candida albicans* ATCC 10231 en las que se aplicó los diferentes porcentajes de aceite esencial de *Xenophyllum poposum*.
- Placas Petri sembradas con *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 en las que se aplicó los diferentes porcentajes de aceite esencial de *Xenophyllum poposum*.

3.2.2 Muestreo microbiano:

- Colonia de microorganismos de *Candida albicans* ATCC 10231.
- Colonia de microorganismos de *Enterococcus faecalis* ATCC 29212.

3.2.3 Muestreo biológico:

- Aceite esencial de *Xenophyllum poposum* en distintos porcentajes.

3.3 MATERIALES Y/O INSTRUMENTOS

3.2.1 Equipos

- Autoclave

- Equipo de vórtex
- Incubadora Marca: Memmert
- Refrigeradora Marca: Biobase
- Destiladora Marca: Cimatec S.A.C.
- Estufa Marca: Tranferic
- Balanza analítica Marca: Kern
- Equipo de destilación

3.2.2 Materiales de vidrio

- Tubos de ensayo con tapa rosca de 15 x 125 mm.
- Tubos de ensayo de 13 x 100 mm y 40 de 15 x 125 mm.
- Placas Petri de 10 x 100 mm
- Probeta de 100 ml.
- Matraces de 250 y 500 ml.
- Pipetas de 1 y 5 ml.
- Vasos precipitados de 200 ml.
- Frasco de vidrio color ámbar de 100 ml capacidad.
- Viales de 10 ml.
- Mortero de porcelana

3.2.3 Medios de cultivo y reactivos

- Agar Mueller Hinton

- Caldo Infusión Cerebro Corazón (BHI).
- Dimetil Sulfoxido 10% (DMSO).
- Alcohol de 70 °C
- Agua oxigenada
- Discos de sensibilidad de Nistatina 100 UI
- Discos de sensibilidad de Ciprofloxacino

3.2.4 Otros

- Micropipetas Marca: Transferpette
- Espátulas
- Papel Kraft
- Gorro quirúrgico
- Guantes quirúrgicos.
- Gradillas
- Asa de Kholle
- Pinzas
- Papel aluminio
- Mascarilla
- Guardapolvo.
- Algodón.
- Pabilo.

3.3 TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1 Técnicas

Técnica de destilación por arrastre de vapor (Lock de Ugaz, O. (61), y Martínez M, Alejandro (32), la cual se utilizó para la extracción del aceite esencial de *Xenophyllum poposum*.

La actividad antimicótica del aceite esencial se evaluó por el método de difusión en disco (Kirby Bauer), con un conjunto de placas Petri con Agar Mueller- Hinton conteniendo las cepas de *Cándida albicans* ATCC 10231 y los discos de sensibilidad con aceite esencial de *Xenophyllum poposum* a una concentración correspondiente y un control positivo (Nistatina).

La actividad antibacteriana del aceite esencial se evaluó por el método de difusión en disco (Kirby Bauer), con un conjunto de placas Petri con Agar Mueller- Hinton conteniendo las cepas de *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 y los discos de sensibilidad con aceite esencial de *Xenophyllum poposum*

a una concentración correspondiente y un control positivo (Ciprofloxacino).

3.3.2 Instrumentos

Para el presente estudio se elaboró una ficha de recolección para cada microorganismo:

Una ficha para registrar el promedio del diámetro de los halos de inhibición en milímetros y determinar la sensibilidad del *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 frente a los distintos porcentajes del aceite esencial de *Xenophyllum poposum*. (Anexo N°02)

Se elaboró otra ficha para registrar el promedio del diámetro de los halos de inhibición en milímetros y determinar la sensibilidad de la *Candida albicans* ATCC 10231 frente a los distintos porcentajes del aceite esencial de *Xenophyllum poposum*. (Anexo N°03)

3.3.3 Procedimiento de recolección de datos

3.3.3.1 *Xenophyllum poposum*

- a. Recolección
- Obtención y selección de la planta en estudio

La recolección de la planta se llevó a cabo en el departamento de Tacna, provincia de Tacna, distrito de Palca, zona Paso de los Vientos, previa autorización para realizar investigación científica, por parte del Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR), según Decreto Supremo N°018-2015-MINAGRI que aprueba el Reglamento para la Gestión Forestal. (Anexo N°04)

La planta fue recolectada verificando que no presenten signos de enfermedades que interfieran en el desarrollo de la tesis, fueron almacenadas en bolsas de papel Kraft y se embolsó en cajas de cartón con su respectivo rótulo para su traslado.

Así mismo fue debidamente identificada por el herbario Takana (TKA) de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann N° 007-TKA-2023 (Anexo N°05)

- Tratamiento de la planta de estudio

El secado natural de *Xenophyllum poposum* se realizó en una habitación oscura, poca humedad y bien ventilada, por un periodo de 7 a 10 días. Para garantizar el secado de las mismas de forma óptima, la muestra se colocó en una plataforma horizontal no compacta (rejilla metálica) y la planta

se extendió de forma uniforme en toda la plataforma y fueron removidas constantemente para conseguir un secado homogéneo.

b. Extracción por arrastre de vapor del aceite esencial de *Xenophyllum poposum*

La obtención del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* se realizó por el método de destilación por arrastre de vapor, la planta fue dividida en tamaños más pequeños para facilitar la extracción, agrupándose en muestras de 150 g las cuales fueron embolsadas en papel Kraft. El equipo de destilación estuvo compuesto por dos balones, uno de los cuales contuvo 1000 ml de agua destilada y fue llevado a calor directo mediante una cocina eléctrica; mientras que en el segundo balón contuvo 150 g de la planta de *Xenophyllum poposum*, el cual recibió los vapores de agua, luego el vapor producido arrastró los aceites esenciales hasta el refrigerante. Este cambio de temperatura hizo que el vapor se condense y se vuelva nuevamente líquido. El producto destilado se recibió en un envase estéril, se observó un estado bifásico entre agua y aceite esencial, por la diferencia de densidades, se separó el aceite esencial para luego almacenarse en un envase de vidrio

cerrado herméticamente, envuelto en papel aluminio para protegerlo de la luz del ambiente y almacenado en la refrigeradora a 6°C hasta que se utilizó.

El aceite esencial de *Xenophyllum poposum* se ha sometido a las siguientes pruebas:

- **Determinación de características organolépticas**

Tabla N°1. Características organolépticas del Aceite esencial de *Xenophyllum poposum*

Muestra	Características
Aspecto	Líquido fluido transparente
Color	Amarillento
Olor	Característico
Sabor	Picante

Fuente: Elaboración Propia

- **Determinación de la densidad**

Probeta de 5 ml. Vacía = 16,2276 g.

Probeta de 5 ml. con aceite = 17,1194 g.

Masa = 17,1194 - 16,2276 g.

Masa = 0,8918 g.

Volumen = 1,0 mL.

Fórmula N° 1:

d = densidad

m = masa

v = volumen

$$d = \frac{m}{v}$$

$$d = \frac{0,8918g}{1mL}$$

$$d = 0,8918 \text{ g /mL}$$

- **Determinación de componentes del aceite esencial de *Xenophyllum poposum***

El reconocimiento de los componentes por el método de cromatografía fue realizado en el Laboratorio de Cromatografía y Espectrometría de la Universidad Nacional Agustín de Arequipa, Perú. (Anexo N°06)

3.3.3.2 Preparación de la dilución del aceite esencial

La dilución se hizo en porcentajes de 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 %, 60 %, 70 %, 80 %, 90 % y 100 % de aceite esencial de *Xenophyllum poposum* y dimetilsufóxido 10% (DMSO), haciendo un volumen total de 250 μ l, para una mayor homogenización de esta solución se usó el equipo de vórtex.

Los porcentajes se establecieron de la siguiente manera:

Para obtener la concentración al 100 %

$$d = 0,8918 \text{ g /mL}$$

$$0.8918 \text{ g} = 891.8 \text{ mg}$$

$$1 \text{ ml} = 1\ 000 \mu\text{l}$$

$$1\ 000 \mu\text{l} \rightarrow 891.8 \text{ mg}$$

$$250 \mu\text{l} \rightarrow X$$

$$X = 222.95 \text{ mg}$$

Para obtener la concentración al 90 %

$$1\ 000 \mu\text{l} \rightarrow 891.8 \text{ mg}$$

$$225 \mu\text{l} \rightarrow X$$

$$X = 200.655 \text{ mg}$$

Se realizó la misma operación con los siguientes porcentajes, la siguiente tabla muestra las diluciones de los porcentajes del aceite esencial de *Xenophyllum poposum*.

Tabla N°2. Diluciones de los porcentajes del aceite esencial de *Xenophyllum poposum*

Porcentaje	Aceite (μl)	DMSO (μl)	Volumen (μl)	Concentración (mg)
100 %	250	0	250	222.95
90 %	225	25	225	200.655
80 %	200	50	200	178.36
70 %	175	75	175	156.065
60 %	150	100	150	133.77
50 %	125	125	125	111.475
40 %	100	150	100	89.18
30 %	75	175	75	66.885
20 %	50	200	50	44.59
10 %	25	225	25	22.295

Fuente: Elaboración propia

La actividad antimicótica del aceite esencial se realizó por el método de difusión en disco. En las placas con agar Mueller Hinton se impregnaron los discos esterilizados con 30µL de volumen al 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 %, 60 %, 70 %, 80 %, 90 % y 100 % del aceite esencial de *Xenophyllum poposum*.

Los porcentajes se establecieron de la siguiente manera:

$$250 \mu\text{l} \rightarrow 222.95 \text{ mg}$$

$$30 \mu\text{l} \rightarrow X$$

$$X = 26,754 \text{ mg}$$

Por lo tanto 26,754 mg equivale al 100 %.

$$250 \mu\text{l} \rightarrow 100 \%$$

$$225 + 25 \rightarrow 90 \%$$

$$1\ 000 \mu\text{l} \rightarrow 891.8 \text{ mg}$$

$$225 \mu\text{l} \rightarrow X$$

$$X = 200.655 \text{ mg}$$

$$250 \mu\text{l} \rightarrow 200.655 \text{ mg}$$

$$30 \mu\text{l} \rightarrow X$$

$$X = 24,0786 \text{ mg}$$

Por lo tanto 24,0786 mg equivale al 90 %.

Se realizó la misma operación con los siguientes porcentajes, la siguiente tabla muestra los porcentajes, volúmenes y concentraciones empleadas.

Tabla N°3. Porcentajes del aceite esencial *Xenophyllum poposum* en los discos de sensibilidad

N°	Porcentaje	Volumen	Concentración
Tratamiento	(%)	(μL)	(mg)
T1	10	30	2.6754
T2	20	30	5.3508
T3	30	30	8.0262
T4	40	30	10.7016
T5	50	30	13.377
T6	60	30	16.0524
T7	70	30	18.7278
T8	80	30	21.4032
T9	90	30	24.0786
T10	100	30	26.754

Fuente: Elaboración propia

3.3.3.3 Obtención y activación de cepas bacterianas

Este estudio utilizó microorganismos patógenos de importancia clínica, cepas de *Candida albicans* ATCC 10231 y *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, las cuales se obtuvieron del laboratorio GenLab.

La activación de las cepas bacterianas se realizó en el laboratorio de microbiología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Jorge Basadre Grohmann, para ello se utilizó caldo BHI (Brain Heart Infusion) que fue incubado a $35 \pm 2^\circ \text{C}$ por 24 horas.

3.3.3.4 Reactivación y preparación del inóculo de las Cepas de *Candida albicans* ATCC 10231

Para estandarizar la población microbiana se llevó a cabo utilizando colonias de la levadura bajo investigación, las cuales fueron aisladas de un cultivo puro en agar PDA cultivada bajo condiciones de aerobiosis a una temperatura de $35 \pm 2^\circ \text{C}$ por 24 horas. Posteriormente con un *Asa de*

Kolle se transfirieron las colonias mediante siembra por suspensión a un tubo que contenga 5 ml de Caldo BHI, homogenizando las colonias hasta lograr turbidez, se incubó el inóculo a 37° C por tres horas. La suspensión tuvo una turbidez semejante al tubo N° 0,5 del Nefelómetro de McFarland que corresponde a $1,5 \times 10^8$ unidad formadora de colonias (UFC).

3.3.3.5 Determinación de la sensibilidad antifúngica por el método de difusión en disco

- a) Preparación del medio para la prueba de sensibilidad.

Se empleó el agar Mueller Hinton, el cual se preparó de acuerdo a las instrucciones del medio de cultivo que viene descrito en el frasco, el fabricante indicaba 38 g en un litro de agua destilada, para los fines del estudio se disolvió 18,24 g del agar en 480 ml de agua destilada hasta obtener una mezcla homogénea, posteriormente fue llevado a la autoclave a 121°C con una presión

de 2 atm por 15 minutos, para su posterior vertido a una temperatura de 50° en placas Petri estériles.

b) Inoculación de la levadura para la difusión en disco

Después de ajustar la turbidez de la suspensión del inóculo a 1.5×10^8 UFC/ml., con una micropipeta, se transfirieron aproximadamente 100 μ L de la suspensión anterior en las placas de agar Mueller Hinton, inmediatamente con un *asa de Digrafsky* se diseminó en la superficie para certificar una distribución uniforme del inóculo.

c) Aplicación de los discos de sensibilidad en las placas inoculadas

Para realizar la aplicación del aceite esencial se prepararon discos de sensibilidad de Nistatina que fueron obtenidos del distribuidor GenLab, de 6 mm de diámetro, los cuales fueron esterilizados previamente, de la siguiente forma, fueron colocados en un vaso de precipitado con aproximadamente 250 ml de agua destilada

(121°C, con una presión de 2 atm por 15 minutos) en autoclave.

Posteriormente, se vació el agua del vaso de precipitado que contiene la solución desnaturalizada, finalmente los discos fueron separados, apoyándolos en las paredes del vaso precipitado y fueron llevados al horno del laboratorio a 180°C por 60 minutos para su respectivo secado.

La actividad antimicótica del aceite esencial se evaluó por el método de difusión en disco. En las placas con agar Mueller Hinton se impregnaron los discos esterilizados con 30 µL de volumen al 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 %, 60 %, 70 %, 80 %, 90 % y 100 % del aceite esencial de *Xenophyllum poposum*, la tabla N° 03, muestra los volúmenes y concentraciones empleadas en este estudio. Para el control positivo se utilizó la nistatina (placa control) y para el control negativo se utilizó discos de sensibilidad de antifúngico desnaturalizado. Por último, Se envolvieron las placas en papel kraft y

se incubaron en aerobiosis a una temperatura de 37°C durante 24 horas. Luego de 24 horas con un calibrador vernier se efectuó la medición de los halos de inhibición de *Candida albicans*.

d) Lectura:

Posterior al periodo de incubación, la lectura se realizó midiendo los halos de inhibición sobre el crecimiento del microorganismo alrededor del disco con el vernier en unidades de milímetros. El diámetro de esta zona de inhibición fue directamente proporcional a la actividad antimicótica del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* sobre *Candida albicans*. Para interpretar los resultados se tomó como referencias las pautas por DURAFFOURD y LAPRAZ (1983), que considera la actividad de los aceites esenciales como:

Tabla N°4. Escala interpretativa de Duraffourd y Lapraz

Escala	Diámetros de halos de inhibición
Nula (-)	Inferior a 8 mm
Sensible (+)	Entre 8 y 14 mm
Muy sensible (++)	Entre 15 y 19 mm
Sumamente sensible (+++)	Superior a 20 mm

Fuente: Duraffourd y Lapraz (1983)

3.3.3.6 Determinación de la concentración mínima inhibitoria (CMI)

Para determinar la concentración mínima inhibitoria y la concentración mínima fungicida fue necesario reducir los porcentajes anteriormente trabajados entre 2,5 % y 10 %.

Los porcentajes se establecieron de la siguiente manera:

- **Para obtener la concentración al 10 %**

250 μl \rightarrow 100 %

25+225 DMSO \rightarrow 10 %

1 000 μl \rightarrow 891.8 mg

25 μl \rightarrow X

X= 22.295 mg

250 μl \rightarrow 22.295 mg

30 μl \rightarrow X

X= 2.6754 mg

Por lo tanto 2.6754 mg equivale al 10 %.

- **Para obtener la concentración al 2.5 %**

250 μl \rightarrow 100 %

6.25+243.75 DMSO \rightarrow 10 %

1 000 μl \rightarrow 891.8 mg

6.25 μl \rightarrow X

X= 5.57375 mg

250 μl \rightarrow 5.57375 mg

$$30 \mu\text{l} \rightarrow X$$

$$X = 0.66885 \text{ mg}$$

Por lo tanto 0.66885 mg equivale al 2.5 %.

a) Preparación del inóculo micótico de *Candida albicans* ATCC 10231:

Las colonias de *Candida albicans* que se utilizaron en el trabajo fueron cultivadas en viales de agar PDA; luego se activaron y enriquecieron en caldo BHI, se homogenizaron las colonias alcanzando su fase logarítmica y se incubaron a 37 °C por el lapso de 2 a 3 horas hasta llegar a una concentración de 1,5 X10⁸ UFC/ml comparado con el tubo 0.5 de la escala de Mc Farland.

b) Preparación de la Concentración mínima inhibitoria (CMI) para *Candida albicans* ATCC 10231

Se colocaron 12 tubos de 15 X 125 mm a los cuales se les agregó lo siguiente:

Tabla N°5. Preparación de volúmenes para Concentración Mínima Inhibitoria (CMI).

N° de tratamiento	%	Conc. (mg/ml)	Vol. aceite (ul)	Vol. final aceite (ul)	Conc. final (mg/ml)	DMSO (ul)	Caldo (BHI)	Vol. C. albicans (ul)	Vol. final dilución (ul)
T1	2.5	0.669	0.75	2.25	2.007	2.25	2695.5	300	3000
T2	3.333	0.892	1	3	2.675	3	2694	300	3000
T3	4.167	1.115	1.25	3.75	3.344	3.75	2692.5	300	3000
T4	5.000	1.338	1.5	4.5	4.013	4.5	2691	300	3000
T5	5.833	1.561	1.75	5.25	4.682	5.25	2689.5	300	3000
T6	6.667	1.784	2	6	5.351	6	2688	300	3000
T7	7.500	2.007	2.25	6.75	6.020	6.75	2686.5	300	3000
T8	8.333	2.230	2.5	7.5	6.689	7.5	2685	300	3000
T9	9.167	2.452	2.75	8.25	7.357	8.25	2683.5	300	3000
T10	10	2.675	3	9	8.026	9	2682	300	3000
Control +	-	-	-	-	-	9	2691	300	3000
Control -	-	-	-	-	-	9	2991	-	3000

Fuente: Elaboración Propia

c) Incubación

Se lleva a incubación por espacio de 24 horas a 37°C. Los diferentes tratamientos se

compararon con los siguientes controles:
Control positivo (9 µl DMSO + 2691 µl BHI + 300 µl Solución micótica) y Control negativo (9 µl DMSO + 2991 µl caldo BHI).

d) Lectura:

Al cabo de las 24 horas se observa la turbidez de los tubos con desarrollo micótico. El tubo que no presente turbidez indica la ausencia del crecimiento micótico (igualando al control negativo), que se designa como la Concentración mínima inhibitoria (CMI).

3.3.3.7 Determinación de la concentración mínima Fungicida (CMF) para *Candida albicans*

Para determinar la Concentración Mínima Fungicida (CMF) Se tomaron los 3 tratamientos que no presentan turbidez (Tubo 6, tubo 7 y tubo 8); de cada uno de ellos se resembró 100 µl de solución por diseminación en placas Petri en el medio Agar Mueller Hinton, Las placas fueron incubadas a 37 °C por 24 horas, transcurrido este tiempo se contó el número de unidades formadoras de colonias

(UFC) presentes cada concentración del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* y se determinó como CMF a la placa en la que se observó = 1 UFC.

3.3.3.8 Reactivación y preparación del inóculo de las Cepas de *Enterococcus faecalis* ATCC 29212

La estandarización de la población microbiana se realizó a partir de colonias de la bacteria en estudio aislada de un cultivo puro de agar nutritivo cultivada bajo condiciones de aerobiosis a una temperatura de $35 \pm 2^\circ \text{C}$ por 24 horas. Posteriormente con un asa bacteriológica se transfirieron las colonias mediante siembra por suspensión a un tubo que contenga 5 ml de Caldo BHI, homogenizando las colonias hasta lograr turbidez, se incubó el inóculo a 37°C por tres horas. La suspensión tuvo una turbidez semejante al tubo N° 0,5 del Nefelómetro de McFarland que

corresponde a $1,5 \times 10^8$ unidad formadora de colonias (UFC).

3.3.3.9 Determinación de la sensibilidad antibacteriana por el método de difusión en disco

- a) Preparación del medio para la prueba de sensibilidad.

Se empleó el agar Mueller Hinton, el cual se preparó de acuerdo a las instrucciones del medio de cultivo que viene descrito en el frasco, el fabricante indicaba 38 g en un litro de agua destilada.

- b) Inoculación de la bacteria para la difusión en disco

Después de ajustar la turbidez de la suspensión del inóculo a 1.5×10^8 UFC/ml., con una micropipeta, se transfirieron aproximadamente 100 μ L de la suspensión anterior en las placas de agar Mueller Hinton, inmediatamente con un *asa de Digrafsky* se diseminó en la superficie para certificar una distribución uniforme del inóculo. Seguidamente se

aplicaron los discos de sensibilidad, en placas inoculadas.

La actividad antimicótica del aceite esencial se evaluó por el método de difusión en disco. En las placas con agar Mueller Hinton se impregnaron los discos esterilizados con 30µL de volumen al 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 %, 60 %, 70 %, 80 %, 90 % y 100 % del aceite esencial de *Xenophyllum poposum*, la tabla N° 03, muestra los volúmenes y concentraciones empleadas en este estudio. Para el control positivo se utilizó el ciprofloxacino (placa control) y para el control negativo se utilizó discos de sensibilidad de antibiótico desnaturalizado. Por último, Se envolvieron las placas en papel kraft y se incubaron en aerobiosis a una temperatura de 37°C durante 24 horas. Luego de 24 horas con un calibrador vernier se efectuó la medición de los halos de inhibición de *Enterococcus faecalis*.

c) Lectura:

Posterior al periodo de incubación, La evaluación se llevó a cabo al medir los halos de inhibición que rodeaban el crecimiento bacteriano alrededor del disco. La dimensión de esta zona de inhibición estaba directamente relacionada con la actividad antibacteriana del esencial de *Xenophyllum poposum* sobre *Enterococcus faecalis*. Para la interpretación de los resultados se tomó como referencia la escala de sensibilidad de DURAFFOURD y LAPRAZ (Tabla N° 4).

3.3.3.10 Determinación de la concentración mínima inhibitoria (CMI)

La concentración mínima inhibitoria se determinó los porcentajes entre 40 % y 50 %, con concentraciones de 10,7016 y 13,377, respectivamente.

El agente bacteriano se cultivó en viales de agar nutritivo; luego fueron activadas y enriquecidas en caldo BHI, se homogenizó las colonias y se incubaron a 37 °C por el lapso de 2 a 3 horas hasta llegar a una concentración de 1,5 X10⁸ UFC/ml

comparado con el tubo 0.5 de la escala de Mc Farland.

Se colocaron 12 tubos de 15 X 125 mm a los cuales se les agregó lo siguiente:

Tabla N°6. Preparación de volúmenes para Concentración Mínima Inhibitoria (CMI).

N° de tratamiento	%	Conc. (mg/ml)	Vol. aceite (ul)	Vol. final aceite (ul)	Conc. final (mg/ml)	DMSO (ul)	Caldo (BHI)	Vol. E. faecalis (ul)	Vol. final dilución (ul)
T1	40	10.70	12	36	2.007	36	2628	300	3000
T2	41.1	11.00	12.33	36.99	2.675	36.99	2626.02	300	3000
T3	42.2	11.30	12.66	37.98	3.344	37.98	2624.04	300	3000
T4	43.3	11.59	12.99	38.97	4.013	38.97	2622.06	300	3000
T5	44.5	11.89	13.35	40.05	4.682	40.05	2619.9	300	3000
T6	45.6	12.19	13.68	41.04	5.351	41.04	2617.92	300	3000
T7	46.7	12.49	14.01	42.03	6.020	42.03	2615.94	300	3000
T8	47.8	12.78	14.34	43.02	6.689	43.02	2613.96	300	3000
T9	48.9	13.08	14.67	44.01	7.357	44.01	2611.98	300	3000
T10	50	13.38	15	45	8.026	45	2610	300	3000
Control +	-	-	-	-	-	45	2655	300	3000
Control -	-	-	-	-	-	45	2955	-	3000

Fuente: Elaboración Propia

d) Incubación

Seguidamente se lleva a incubar por un tiempo de 24 horas a 37°C. Los tratamientos se compararon con los siguientes controles: Control positivo y Control negativo.

e) Lectura:

Al cabo de las 24 horas se observa la turbidez de los tubos con desarrollo bacteriano. El tubo que no presente turbidez indica la ausencia del crecimiento micótico (igualando al control negativo), que se designa como la Concentración mínima inhibitoria (CMI).

3.3.3.11 Determinación de la concentración mínima Bacteriana (CMB) para *Enterococcus faecalis*

Para determinar la Concentración Mínima Bacteriana (CMB). Se tomaron los 3 tratamientos que no presentan turbidez (Tubo 2, tubo 3 y tubo 4); de cada uno de ellos se resembró 100 µl de solución por diseminación

en placas Petri en el medio Agar Mueller Hinton, Las placas fueron incubadas a 37 °C por 24 horas, transcurrido este tiempo se contó el número de unidades formadoras de colonias (UFC) presentes cada concentración del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* y se determinó como CMB a la placa en la que se observó = 1 UFC.

3.4 TÉCNICAS EN ANÁLISIS DE DATOS

El procesamiento y análisis de datos se llevarán a cabo de manera automatizada utilizando herramientas informáticas, como:

Microsoft Excel 2019 (Microsoft Office): Para organizar y manipular los datos recopilados en las hojas de recolección. También se utilizará para crear tablas y gráficos estadísticos según sea necesario.

Statistical Product and Service Solutions (SPSS) v.27: Para realizar el análisis estadístico y cálculos de las variables, así como para la generación de gráficos correspondientes.

3.4.1 Estadística descriptiva

Se fabricó tablas de frecuencias y gráficas para su mejor interpretación.

3.4.2 Estadística inferencial

Con el fin de evaluar la actividad "in vitro" del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* contra *Candida albicans* ATCC 10231 y *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 en términos antimicóticos y antibacterianos, se aplicó el análisis de varianza (ANOVA) en un diseño completamente aleatorio utilizando la prueba "F". Posteriormente, se llevó a cabo la prueba de comparaciones múltiples de Games-Howell. Ambas pruebas se realizaron con un nivel de significancia del 5%.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Se realizó un estudio “in vitro” para determinar la actividad antimicótica del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* frente al agente micótico *Candida albicans* ATCC 10231 para lo cual se trabajó con 10 tratamientos y 9 repeticiones y la actividad antibacteriana frente a *Enterococcus Faecalis* ATCC 29212 también se trabajó con 10 tratamientos y 9 repeticiones. Asimismo, se determinó la sensibilidad de *Candida albicans* ATCC 10231 y *Enterococcus Faecalis* ATCC 29212 frente al aceite esencial de *Xenophyllum poposum*, los resultados de las diversas pruebas se han organizado en tablas y gráficos con el objetivo de facilitar su comprensión e interpretación.

Tabla N°7. Prueba de la actividad antimicótica del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* frente al *Candida albicans* ATCC 10231 por el método de difusión del disco (Kirby Bauer)

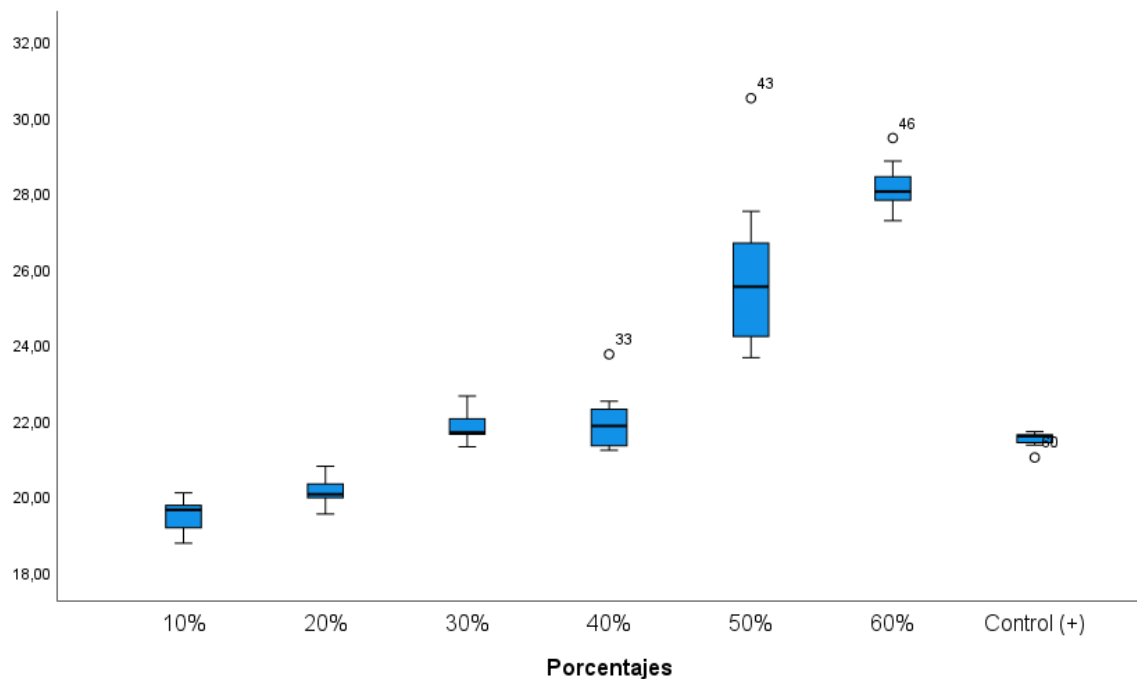
Tratamientos	Aceite esencial			Repeticiones									Promedio
	Porcentaje	Volumen	Concentración	Halo de inhibición (mm)									
	(%)	(ul)	(mg)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
T-1	10	30	2,6754	19,16	18,75	19,32	19,63	19,96	19,75	20,08	19,75	18,76	19,462
T-2	20	30	5,3508	20,04	20,31	20,04	19,95	20,49	20,78	19,74	19,52	20,3	20,13
T-3	30	30	8,0262	22,24	21,69	21,63	21,62	21,39	21,29	22,03	22,63	21,67	21,799
T-4	40	30	10,7016	21,84	21,25	21,2	22,49	22,28	23,73	21,7	22,02	21,32	21,981
T-5	50	30	13,377	26,66	25,54	24,71	23,64	24,2	23,78	30,48	27,5	25,51	25,78
T-6	60	30	16,0524	29,43	28,31	28,82	28,02	28,41	28,01	27,79	27,75	21,25	28,199
T-7	70	30	18,0524	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35	
T-8	80	30	21,4032	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35	
T-9	90	30	24,0786	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35	
T-10	100	30	26,754	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35	
Control (+)				21,57	21,4	21,69	21,66	21,58	21,01	21,61	21,34	21,50	21,48
Control (-)													

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

En la tabla 7, se muestra los promedios de los Halos de inhibición frente frente al *Candida albicans* ATCC 10231 a diferentes porcentajes de concentraciones del aceite esencial de *Xenophyllum poposum*, por el método de difusión del disco (Kirby Bauer).

Los resultados que se obtuvieron indican mayor promedio medible en el halo de inhibición al porcentaje de concentración del 60 % con un promedio de 28,199 mm, en cambio, el menor porcentaje de concentración (10 %) fue de 19,462 mm. Demostrándose que sus halos estuvieron por arriba de la sensibilidad siendo directamente proporcional entre sus porcentajes de concentración y halo, por lo tanto, a mayor porcentaje de concentración mayor será el halo de inhibición. Ya que a partir del 70 % de concentración no hubo crecimiento de colonias de *Candida albicans* ATCC 10231.



Fuente: Tabla N° 7

Figura N° 1. Diagrama de Box plot y comparación entre promedios de la actividad antimicótica del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* frente a *Candida albicans* ATCC 10231 por el método de difusión del disco (Kirby Bauer).

En la figura 1 se observa que al 60 % de concentración del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* presenta mayor actividad antimicótica con un halo de inhibición de 28,199 mm.

4.1 VERIFICACIÓN DE LA PRIMERA HIPÓTESIS (*Candida albicans*)

A) VERIFICAR EL SUPUESTO DE NORMALIDAD

1) Planteamiento de la hipótesis

H_0 : Los halos de inhibición siguen una distribución normal

H_1 : Los halos de inhibición no siguen una distribución normal

2) Nivel de significancia

$\alpha = 5\% = 0.05$

3) Estadístico de prueba

Tabla N°8. Estadístico de Kolmogórov-Smirnov y Shapiro-Wilk

Tratamientos	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
10%	0,189	9	0,200	0,914	9	0,344
20%	0,148	9	0,200	0,985	9	0,985
30%	0,267	9	0,063	0,912	9	0,329
40%	0,164	9	0,200	0,877	9	0,144
50%	0,210	9	0,200	0,881	9	0,161
60%	0,165	9	0,200	0,963	9	0,833
Control (+)	0,212	9	0,200	0,854	9	0,082

Fuente: SPSS versión 27.0

4) Decisión

Como p-valor= (0,200; 0,200; 0,063; 0,200; 0,200; 0,200 y 0,200) son mayores al nivel de significancia $\alpha=0,05$; entonces se acepta H_0 .

5) Conclusión

Al 5 % de significancia, se concluye que los halos de inhibición de los porcentajes (Tratamientos) provienen de una distribución normal, luego de efectuar la prueba de normalidad y estas demuestran que los halos de inhibición (mm) siguen una distribución de la curva normal, en consecuencia, el estadístico prueba para comprobar las hipótesis deben ser estadísticos paramétricos.

B) Verificar el supuesto de homocedasticidad de varianzas

1) Planteamiento de la hipótesis

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_4^2 = \sigma_5^2 = \sigma_6^2 = \sigma_7^2$$

$$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2 \neq \sigma_3^2 \neq \sigma_4^2 \neq \sigma_5^2 \neq \sigma_6^2 \neq \sigma_7^2$$

2) Nivel de significancia

$$\alpha = 5 \% = 0,05$$

3) Estadístico de prueba

Tabla N°9. Estadístico de Levene

Porcentajes	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Se basa en la media	6,307	6	56	0,001
Se basa en la mediana	4,571	6	56	0,001
Se basa en la mediana y con gl ajustado	4,571	6	14,458	0,008
Se basa en la media recortada	5,416	6	56	0,001

Fuente: SPSS versión 27.0

4) Decisión

Como $p\text{-valor} = 0,001$ es menor al nivel de significancia $\alpha = 0.05$; entonces se rechaza H_0 .

5) Conclusión

Al 5 % de significancia, se concluye que la varianza de los porcentajes no es igual, no cumpliendo con el supuesto de homocedasticidad.

C) Verificar la hipótesis

1) Planteamiento de la hipótesis

H_0 : El aceite esencial de *Xenophyllum poposum* no presenta actividad antimicótica frente a *Candida albicans* ATCC 10231.

H_1 : El aceite esencial de *Xenophyllum poposum* presenta actividad antimicótica frente a *Candida albicans* ATCC 10231.

2) Nivel de significancia

$$\alpha = 5\% = 0,05$$

3) Estadístico de prueba

Tabla N°10. Análisis de Varianza (ANOVA)

Porcentajes (%)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	521,282	5	104,256	97,867	0,001
Dentro de grupos	51,134	48	1,065		
Total	572,146	53			

Fuente: SPSS versión 27.0.

$$F_c = 97,867 \quad p = 0,001$$

4) Decisión

Como p-valor=0.001 es menor al nivel de significancia $\alpha=0.05$; entonces se rechaza H_0 .

5) Conclusión

Al nivel del 5 % de significancia se concluye que el aceite esencial de *Xenophyllum poposum* presenta actividad antimicótica frente a *Candida albicans* ATCC 10231.

Tabla N°11. Prueba de comparaciones múltiples de Games-Howell de la comparación de medias de los halos de inhibición (mm) en porcentajes (%)

Variable dependiente:

Games-Howell

(I) Porcentajes		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
10%	20%	-0.66778	0.20821	0.054	-1.3435	0.0079
	30%	-2,33667*	0.21696	0.000	-3.0375	-1.6358
	40%	-2,51889*	0.31234	0.000	-3.5509	-1.4869
	50%	-6,31778*	0.74637	0.000	-8.9820	-3.6536
	60%	-8,73667*	0.26952	0.000	-9.6124	-7.8609
20%	10%	0.66778	0.20821	0.054	-0.0079	1.3435
	30%	-1,66889*	0.19149	0.000	-2.2867	-1.0511

	40%	-1,85111*	0.29522	0.001	-2.8494	-0.8528
	50%	-5,65000*	0.73937	0.000	-8.3116	-2.9884
	60%	-8,06889*	0.24948	0.000	-8.8952	-7.2425
30%	10%	2,33667*	0.21696	0.000	1.6358	3.0375
	20%	1,66889*	0.19149	0.000	1.0511	2.2867
	40%	-0.18222	0.30145	0.989	-1.1917	0.8272
	50%	-3,98111*	0.74188	0.005	-6.6435	-1.3187
	60%	-6,40000*	0.25682	0.000	-7.2431	-5.5569
40%	10%	2,51889*	0.31234	0.000	1.4869	3.5509
	20%	1,85111*	0.29522	0.001	0.8528	2.8494
	30%	0.18222	0.30145	0.989	-0.8272	1.1917
	50%	-3,79889*	0.77516	0.006	-6.4861	-1.1116
	60%	-6,21778*	0.34124	0.000	-7.3236	-5.1120
50%	10%	6,31778*	0.74637	0.000	3.6536	8.9820
	20%	5,65000*	0.73937	0.000	2.9884	8.3116
	30%	3,98111*	0.74188	0.005	1.3187	6.6435
	40%	3,79889*	0.77516	0.006	1.1116	6.4861
	60%	-2.41889	0.75892	0.081	-5.0908	0.2531
60%	10%	8,73667*	0.26952	0.000	7.8609	9.6124
	20%	8,06889*	0.24948	0.000	7.2425	8.8952
	30%	6,40000*	0.25682	0.000	5.5569	7.2431
	40%	6,21778*	0.34124	0.000	5.1120	7.3236
	50%	2.41889	0.75892	0.081	-0.2531	5.0908

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: SPSS versión 27.0

Según la tabla 11 se puede observar las comparaciones múltiples entre cada tratamiento de los porcentajes del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* frente al *Candida albicans* ATCC 10231. Los porcentajes al 10 % versus 30 %, 40 %, 50 % y 60 % al 20 % versus 30 %; 40 %, 50 % y 60 %; al 30 % versus 10 %, 20 %, 50 % y 60 %; al 40% versus 10 %, 20 %, 50 % y 60 %; al 50% versus 10 %, 20 %, 30 % y 40 %; al 60 % versus 10 %, 20 %, 30 % y 40 % son estadísticamente significativos.

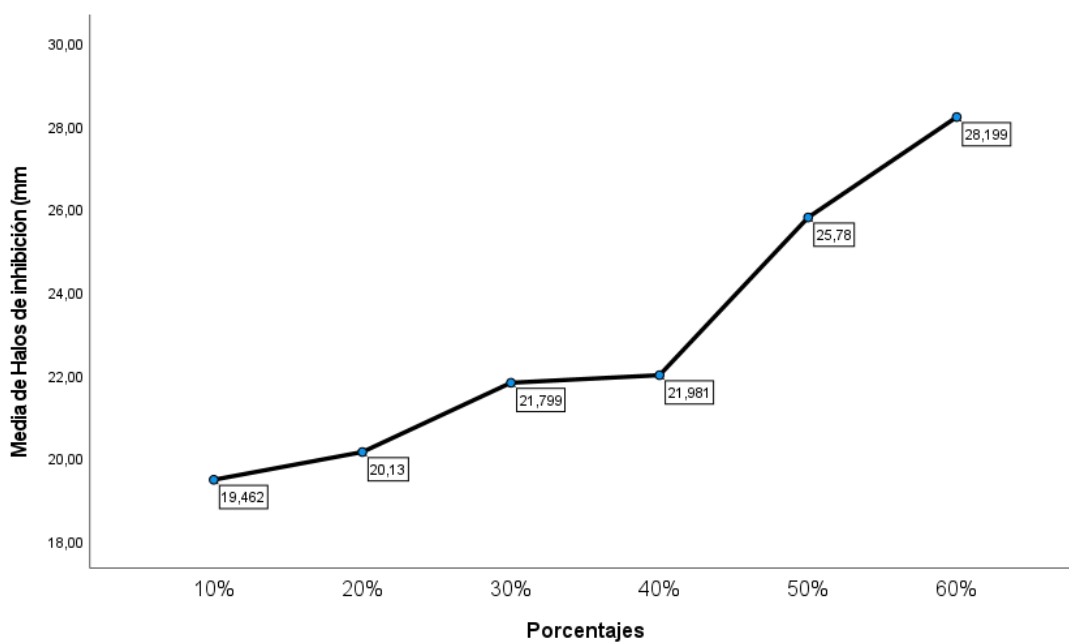


Figura N° 2. Gráfico de medias de los halos de inhibición en porcentajes (%) del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* frente al *Candida albicans* ATCC 10231

En la figura N°2 se puede observar las medias de los halos de inhibición, al 60 % de concentración del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* presenta mayor actividad antimicótica con un halo de inhibición de 28,199 mm.

Tabla N°12. Determinación del grado de sensibilidad de *Candida albicans* ATCC 10231 a diferentes concentraciones del aceite esencial de *X. poposum*

N° de tratamiento	Aceite Esencial			Grado de Sensibilidad		
	Porcentaje	Volumen	Concentración	Sensibilidad Límite 9-14 mm	Sensibilidad Media 14 - 19 mm	Sumamente sensible 20mm a más
	(%)	(ul)	(mg)	(sensible=+)	(Muy sensible=++)	(Sumamente Sensible =+++)
T-1	10	30	2.6754		19.55	
T-2	20	30	5.3508			20.109
T-3	30	30	8.0262			21.815
T-4	40	30	10.7016			22.064
T-5	50	30	13.377			25.814
T-6	60	30	16.0524			27.443
T-7	70	30	18.7278			>35
T-8	80	30	21.4032			>35
T-9	90	30	24.0786			>35
T-10	100	30	26.754			>35

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la tabla N° 12, se determina el grado de sensibilidad de acuerdo a los promedios de los halos de inhibición según la escala de Duraffourd y Lapraz.; observando que en el tratamiento 1 (10 %) el halo de inhibición es de 19,55 mm lo cual indica que es muy sensible, en todos los siguientes porcentajes del aceite esencial *Xenophyllum poposum* los halos de inhibición son mayores a 20,0 mm; por lo cual indican que *Candida albicans* ATCC 10231 es sumamente sensible.

Tabla N°13. Resultados de la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* frente a *Candida albicans* ATCC 10231.

Tubo	Porcentaje (%)	Concentración del aceite esencial (mg/ml)	Turbidez CMI
1	2.5	0.669	(+)
2	3.333	0.892	(+)
3	4.167	1.115	(+)
4	5.000	1.338	(+)
5	5.833	1.561	(+)
6	6.667	1.784	(-)
7	7.500	2.007	(-)
8	8.333	2.230	(-)
9	9.167	2.452	(-)
10	10	2.675	(-)

Fuente: Elaboración propia

Positivo (+): Indica crecimiento micótico

Negativo (-): Indica ausencia de microorganismos

Interpretación

En la Tabla 13, se puede observar que a partir del porcentaje 6,667 % a más, no se observa turbidez en los tubos lo que indica soluciones con ausencia del crecimiento micótico, por lo que, la concentración mínima inhibitoria es de 1,784 mg/ml.

Tabla N°14. Resultados de la Concentración Mínima Fungicida (CMF) del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* frente a *Candida albicans* ATCC 10231.

Tubo	Porcentaje (%)	Concentración del aceite esencial (mg/ml)	Unidad formadora de colonias (UFC)
6	6.667	1.784	7
7	7.500	2.007	1
8	8.333	2.230	0

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En la Tabla 14, se pudo determinar que la Concentración Mínima Fungicida es 2,007 mg/ml, debido a que se observa 1 UFC.

Tabla N°15. Prueba de la actividad antibacteriana del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* frente al *Enterococcus Faecalis* ATCC 29212 por el método de difusión del disco (Kirby Bauer).

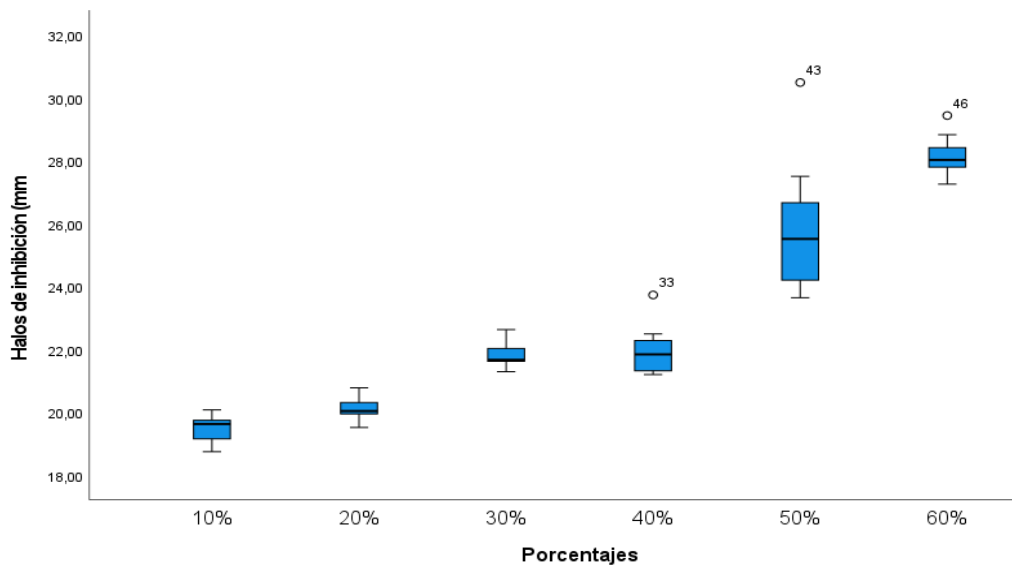
Tratamientos	Aceite esencial			Repeticiones									Promedio
	Porcentaje	Volumen	Concentración	Halo de inhibición (mm)									
	(%)	(uL)	(mg)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
T-1	10	30	2,6754	9,85	8,71	9,13	9,19	9,11	9,19	9,14	8,32	9,23	9,08
T-2	20	30	5,3508	10,7	10,78	10,3	10,81	10,64	10,86	11,45	10,89	10,82	10,806
T-3	30	30	8,0262	12,25	12,7	12,96	12,24	12,07	11,84	12,1	12,14	12,21	12,279
T-4	40	30	10,7016	14,23	14,31	14,11	14,38	13,96	14,04	13,98	14,21	13,95	14,130
T-5	50	30	13,377	17,09	16,49	15,12	16,11	15,76	14,86	15,21	15,01	16,13	15,753
T-6	60	30	16,0524	20,45	18,51	18,36	17,06	18,98	17,23	17,47	17,22	18,03	18,146
T-7	70	30	18,0524	21,7	21,61	20,34	19,98	21	20,17	19,93	20,69	19,96	20,598
T-8	80	30	21,4032	22,49	21,54	22,55	21,61	21,66	21,96	21,98	22,19	21,65	21,959
T-9	90	30	24,0786	25,83	25,74	25,65	25,31	24,36	24,39	24,52	24,83	25,32	25,106
T-10	100	30	26,754	29,65	28,64	29,07	28,31	27,84	26,53	28,4	28,62	28,37	28,381
Control (+)				17,39	18,66	16,63	17,52	16,78	18,09	17,65	16,34	17,5	17,396
Control (-)													

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En la tabla 15, se muestra los promedios de los halos de inhibición frente al *Enterococcus Faecalis* ATCC 29212 a diferentes porcentajes de concentraciones del aceite esencial de *Xenophyllum poposum*, por el método de difusión del disco (Kirby Bauer).

Los resultados obtenidos indican mayor promedio en el halo de inhibición al 100 % con un promedio de 28,381 mm, sin embargo, el menor porcentaje de concentración (10 %) fue de 9,08 mm. Demostrándose que a partir del tratamiento 7, es sumamente sensible, siendo directamente proporcional entre sus porcentajes de concentración y halo de inhibición.



Fuente: Tabla N°15

Figura N° 3. Diagrama de Box plot y comparación entre promedios de la actividad antibacteriana del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* frente al *Enterococcus Faecalis* ATCC 29212 por el método de difusión del disco (Kirby Bauer).

4.2 VERIFICACIÓN DE LA SEGUNDA HIPÓTESIS (*Enterococcus faecalis*)

A) Verificar el supuesto de normalidad

1) Planteamiento de la hipótesis

H_0 : Los halos de inhibición siguen una distribución normal

H_1 : Los halos de inhibición no siguen una distribución normal

2) Nivel de significancia

$\alpha = 5\% = 0.05$

3) Estadístico de prueba

Tabla N°16. Estadístico de Kolmogórov-Smirnov y Shapiro-Wilk

Tratamientos	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
10%	0,308	9	0,014	0,858	9	0,091
20%	0,278	9	0,043	0,874	9	0,136
30%	0,311	9	0,012	0,871	9	0,126
40%	0,160	9	0,200	0,885	9	0,376
50%	0,207	9	0,200	0,930	9	0,480
60%	0,176	9	0,200	0,885	9	0,179
70%	0,200	9	0,200	0,859	9	0,093
80%	0,227	9	0,198	0,887	9	0,184
90%	0,191	9	0,200	0,885	9	0,177
100%	0,245	9	0,200	0,911	9	0,321
Control (+)	0,164	9	0,200	0,964	9	0,834

Fuente: SPSS versión 27.0

4) Decisión

Como p-valor= (0,014; 0,043; 0,012; 0,200; 0,200; 0,200; 0,200; 0,198; 0,200; 0,200 y 0,200) son mayores al nivel de significancia $\alpha=0,05$; entonces se acepta H_0 .

5) Conclusión

Al 5 % de significancia, se concluye que los halos de inhibición de los porcentajes (Tratamientos) provienen de una distribución normal, luego de efectuar la prueba de normalidad y estas demuestran que los halos de inhibición (mm) siguen una distribución de la curva normal, en consecuencia, el estadístico prueba para comprobar las hipótesis deben ser estadísticos paramétricos.

B) Verificar el supuesto de homocedasticidad de varianzas

1) Planteamiento de la hipótesis

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_4^2 = \sigma_5^2 = \sigma_6^2 = \sigma_7^2 = \sigma_8^2 = \sigma_9^2 = \sigma_{10}^2 = \sigma_{11}^2$$

$$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2 \neq \sigma_3^2 \neq \sigma_4^2 \neq \sigma_5^2 \neq \sigma_6^2 \neq \sigma_7^2 \neq \sigma_8^2 \neq \sigma_9^2 \neq \sigma_{10}^2 \neq \sigma_{11}^2$$

2) Nivel de significancia

$$\alpha = 5 \% = 0,05$$

3) Estadístico de prueba

Tabla N°17. Estadístico de Levene

Porcentajes	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Se basa en la media	2,932	10	88	0,003
Se basa en la mediana	2,445	10	88	0,013
Se basa en la mediana y con gl ajustado	2,445	10	52,527	0,018
Se basa en la media recortada	2,877	10	88	0,004

Fuente: SPSS versión 27.0

4) Decisión

Como p-valor= 0,003 es menor al nivel de significancia $\alpha=0,05$; entonces se rechaza H_0 .

5) Conclusión

Al 5 % de significancia, se concluye que la varianza de las concentraciones no es igual, no cumpliendo con el supuesto de homocedasticidad.

C) Verificar la hipótesis

1) Planteamiento de la hipótesis

H_0 : El aceite esencial de *Xenophyllum poposum* no presenta actividad antibacteriana frente a *Enterococcus faecalis* ATCC 29212.

H_1 : El aceite esencial de *Xenophyllum poposum* presenta actividad antibacteriana frente a *Enterococcus faecalis* ATCC 29212.

2) Nivel de significancia

$$\alpha = 5\% = 0,05$$

3) Estadístico de prueba

Tabla N°18. Análisis de Varianza (ANOVA)

Porcentajes (%)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3270,964	9	363,440	922,657	0,001
Dentro de grupos	31,513	80	0,394		
Total	3302,477	53			

Fuente: SPSS versión 27.0.

$$F_c = 922,657 \quad p = 0,001$$

4) Decisión

Como p-valor=0.001 es menor al nivel de significancia $\alpha=0.05$; entonces se rechaza H_0 .

5) Conclusión

Al nivel del 5 % de significancia se concluye que el aceite esencial de *Xenophyllum poposum* presenta actividad antibacteriana frente a *Enterococcus faecalis* ATCC 29212.

Tabla N°19. Prueba de comparaciones múltiples de Games-Howell de la comparación de medias de los halos de inhibición (mm) según las concentraciones en porcentajes.

Variable dependiente:

Games-Howell

(I) Porcentajes	Diferencia de medias (I- J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
10% 20%	-1,73000*	0.18281	0.000	-2.4108	-1.0492
30%	-3,20333*	0.19082	0.000	-3.9062	-2.5005

	40%	-5,05444*	0.16199	0.000	-5.6971	-4.4118
	50%	-6,67778*	0.29654	0.000	-7.7910	-5.5646
	60%	-9,07000*	0.39466	0.000	-10.6084	-7.5316
	70%	-11,52222*	0.27837	0.000	-12.5583	-10.4862
	80%	-12,88333*	0.19906	0.000	-13.6116	-12.1551
	90%	-16,03000*	0.24956	0.000	-16.9466	-15.1134
	100%	-19,30556*	0.32531	0.000	-20.5426	-18.0685
20%	10%	1,73000*	0.18281	0.000	1.0492	2.4108
	30%	-1,47333*	0.15167	0.000	-2.0269	-0.9197
	40%	-3,32444*	0.11329	0.000	-3.7553	-2.8935
	50%	-4,94778*	0.27299	0.000	-6.0188	-3.8768
	60%	-7,34000*	0.37729	0.000	-8.8626	-5.8174
	70%	-9,79222*	0.25315	0.000	-10.7768	-8.8076
	80%	-11,15333*	0.16192	0.000	-11.7476	-10.5591
	90%	-14,30000*	0.22107	0.000	-15.1451	-13.4549
	100%	-17,57556*	0.30400	0.000	-18.7813	-16.3698
30%	10%	3,20333*	0.19082	0.000	2.5005	3.9062
	20%	1,47333*	0.15167	0.000	0.9197	2.0269
	40%	-1,85111*	0.12580	0.000	-2.3363	-1.3659
	50%	-3,47444*	0.27842	0.000	-4.5526	-2.3963
	60%	-5,86667*	0.38124	0.000	-7.3915	-4.3418
	70%	-8,31889*	0.25899	0.000	-9.3126	-7.3252

	80%	-9,68000*	0.17091	0.000	-10.3034	-9.0566
	90%	-12,82667*	0.22773	0.000	-13.6852	-11.9681
	100%	-16,10222*	0.30889	0.000	-17.3130	-14.8914
40%	10%	5,05444*	0.16199	0.000	4.4118	5.6971
	20%	3,32444*	0.11329	0.000	2.8935	3.7553
	30%	1,85111*	0.12580	0.000	1.3659	2.3363
	50%	-1,62333*	0.25951	0.004	-2.6854	-0.5613
	60%	-4,01556*	0.36765	0.000	-5.5367	-2.4944
	70%	-6,46778*	0.23855	0.000	-7.4402	-5.4953
	80%	-7,82889*	0.13799	0.000	-8.3672	-7.2906
	90%	-10,97556*	0.20419	0.000	-11.8005	-10.1506
	100%	-14,25111*	0.29196	0.000	-15.4513	-13.0509
50%	10%	6,67778*	0.29654	0.000	5.5646	7.7910
	20%	4,94778*	0.27299	0.000	3.8768	6.0188
	30%	3,47444*	0.27842	0.000	2.3963	4.5526
	40%	1,62333*	0.25951	0.004	0.5613	2.6854
	60%	-2,39222*	0.44369	0.002	-4.0349	-0.7496
	70%	-4,84444*	0.34438	0.000	-6.0998	-3.5890
	80%	-6,20556*	0.28413	0.000	-7.2931	-5.1180
	90%	-9,35222*	0.32153	0.000	-10.5332	-8.1713
	100%	-12,62778*	0.38332	0.000	-14.0265	-11.2291
60%	10%	9,07000*	0.39466	0.000	7.5316	10.6084

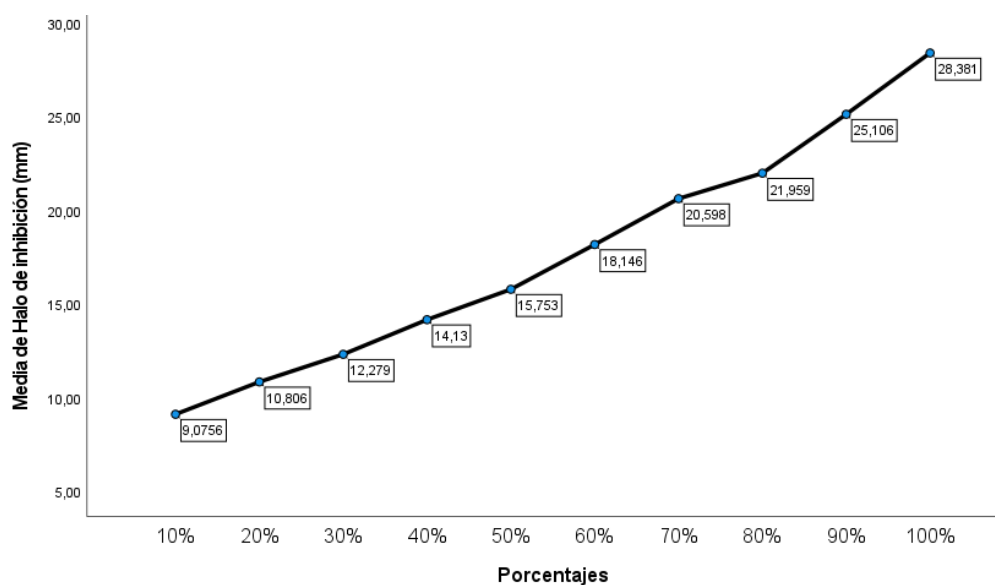
	20%	7,34000*	0.37729	0.000	5.8174	8.8626
	30%	5,86667*	0.38124	0.000	4.3418	7.3915
	40%	4,01556*	0.36765	0.000	2.4944	5.5367
	50%	2,39222*	0.44369	0.002	0.7496	4.0349
	70%	-2,45222*	0.43176	0.002	-4.0636	-0.8409
	80%	-3,81333*	0.38543	0.000	-5.3415	-2.2852
	90%	-6,96000*	0.41377	0.000	-8.5306	-5.3894
	100%	-10,23556*	0.46342	0.000	-11.9358	-8.5353
70%	10%	11,52222*	0.27837	0.000	10.4862	12.5583
	20%	9,79222*	0.25315	0.000	8.8076	10.7768
	30%	8,31889*	0.25899	0.000	7.3252	9.3126
	40%	6,46778*	0.23855	0.000	5.4953	7.4402
	50%	4,84444*	0.34438	0.000	3.5890	6.0998
	60%	2,45222*	0.43176	0.002	0.8409	4.0636
	80%	-1,36111*	0.26512	0.006	-2.3664	-0.3558
	90%	-4,50778*	0.30486	0.000	-5.6221	-3.3935
	100%	-7,78333*	0.36944	0.000	-9.1368	-6.4299
80%	10%	12,88333*	0.19906	0.000	12.1551	13.6116
	20%	11,15333*	0.16192	0.000	10.5591	11.7476
	30%	9,68000*	0.17091	0.000	9.0566	10.3034
	40%	7,82889*	0.13799	0.000	7.2906	8.3672
	50%	6,20556*	0.28413	0.000	5.1180	7.2931

	60%	3,81333*	0.38543	0.000	2.2852	5.3415
	70%	1,36111*	0.26512	0.006	0.3558	2.3664
	90%	-3,14667*	0.23468	0.000	-4.0217	-2.2717
	100%	-6,42222*	0.31405	0.000	-7.6399	-5.2046
90%	10%	16,03000*	0.24956	0.000	15.1134	16.9466
	20%	14,30000*	0.22107	0.000	13.4549	15.1451
	30%	12,82667*	0.22773	0.000	11.9681	13.6852
	40%	10,97556*	0.20419	0.000	10.1506	11.8005
	50%	9,35222*	0.32153	0.000	8.1713	10.5332
	60%	6,96000*	0.41377	0.000	5.3894	8.5306
	70%	4,50778*	0.30486	0.000	3.3935	5.6221
	80%	3,14667*	0.23468	0.000	2.2717	4.0217
	100%	-3,27556*	0.34825	0.000	-4.5667	-1.9844
100%	10%	19,30556*	0.32531	0.000	18.0685	20.5426
	20%	17,57556*	0.30400	0.000	16.3698	18.7813
	30%	16,10222*	0.30889	0.000	14.8914	17.3130
	40%	14,25111*	0.29196	0.000	13.0509	15.4513
	50%	12,62778*	0.38332	0.000	11.2291	14.0265
	60%	10,23556*	0.46342	0.000	8.5353	11.9358
	70%	7,78333*	0.36944	0.000	6.4299	9.1368
	80%	6,42222*	0.31405	0.000	5.2046	7.6399
	90%	3,27556*	0.34825	0.000	1.9844	4.5667

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0,05.

Fuente: SPSS versión 27.0

Según la tabla 19 se puede observar las comparaciones múltiples entre cada tratamiento de las concentraciones del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* frente a *Enterococcus faecalis* ATCC 29212. Todos los porcentajes (10 % al 100 %) son estadísticamente significativos.



Fuente: Tabla N° 19

Figura N° 4. Gráfico de medias de los halos de inhibición de las concentraciones en porcentajes (%) del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* frente a *Enterococcus faecalis* ATCC 29212.

Tabla N°20. Determinación del grado de sensibilidad de *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 a diferentes concentraciones del aceite esencial de *X. poposum*

N° de tratamiento	Aceite Esencial			Grado de Sensibilidad		
	Porcentaje	Volumen	Concentración	Sensibilidad Límite 9-14 mm	Sensibilidad Media 14 - 19 mm	Sumamente sensible 20mm a más
	(%)	(uL)	(mg)	(sensible= +)	(Muy sensible= ++)	(Sumamente Sensible = +++)
T-1	10	30	2.6754	11.988		
T-2	20	30	5.3508	10.804		
T-3	30	30	8.0262	12.288		
T-4	40	30	10.7016	13.978		
T-5	50	30	13.377		15.706	
T-6	60	30	16.0524		17.91	
T-7	70	30	18.7278			20.678
T-8	80	30	21.4032			21.998
T-9	90	30	24.0786			25.079
T-10	100	30	26.754			28.383

Fuente: Elaboración propia

Interpretación En la tabla N° 20, se determina el grado de sensibilidad de acuerdo a los promedios de los halos de inhibición según la escala de Duraffourd y Lapraz.; se observa que los tratamientos con porcentajes de 10 %, 20 %, 30 % y 40 % los halos de inhibición presentan sensibilidad límite, los tratamientos con porcentajes de 50 % y 60 %, presentan sensibilidad media y en los siguientes porcentajes del aceite esencial *Xenophyllum poposum* los halos de inhibición son mayores a 20,0 mm; por lo cual indican que *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 es sumamente sensible.

Tabla N°21. Resultados de la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* frente a *Enterococcus faecalis* ATCC 29212

Tubo	Porcentaje (%)	Concentración del aceite esencial (mg/ml)	Turbidez CMI
1	40	10.70	(+)
2	41.1	11.00	(-)
3	42.2	11.30	(-)
4	43.3	11.59	(-)
5	44.5	11.89	(-)
6	45.6	12.19	(-)
7	46.7	12.49	(-)
8	47.8	12.78	(-)
9	48.9	13.08	(-)
10	50	13.38	(-)

Fuente: Elaboración propia

Positivo (+): Indica crecimiento bacteriano.

Negativo (-): Indica ausencia de microorganismos

Interpretación

En la Tabla 21, se puede observar que, a partir del porcentaje 41.1 % en adelante no se observa turbidez en los tubos lo que indica soluciones con ausencia del crecimiento bacteriano, por lo que, la concentración mínima inhibitoria es 11,00 mg/ml.

Tabla N°22. Resultados de la Concentración Mínima Bactericida (CMB) del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* frente a *Enterococcus faecalis* ATCC 29212

Tubo	Porcentaje (%)	Concentración del aceite esencial (mg/ml)	Unidad formadora de colonias (UFC)
2	41.1	11.00	4
3	42.2	11.30	1
4	43.3	11.59	0

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En la Tabla 22, se pudo determinar que la Concentración Mínima Bactericida (CMB) es 11,30 mg/ml, debido a que se observa 1 UFC.

DISCUSIÓN

En la Asamblea de la Salud Mundial, se ha acordado la importancia de desarrollar un plan de acción a nivel mundial para abordar el problema de la resistencia a los antimicrobianos, debido a que es considerado un problema de salud pública mundial.(62) La resistencia antimicrobiana reduce las posibilidades de un tratamiento eficaz de las enfermedades, alarga el tiempo de agonía de los pacientes, obliga al uso de medicamentos costosos, prolonga la estancia hospitalaria y aumenta el riesgo de mortalidad. (63) Es por ello la importancia de creación de nuevos productos farmacéuticos y naturales para hacerle frente a este fenómeno, surge así el interés por el empleo de plantas o sustancias naturales derivadas de ellas, como es el caso de los aceites esenciales debido a su variada actividad biológica (principios activos), las cuales tienen características curativas en niveles físicos y emocionales como ser antiinflamatorios, analgésicos, antibacterianos, antiespasmódicos y también ser usados en aromaterapia.(64)

El territorio peruano alberga la mayor riqueza del género *Werneria*, con 22 especies de 30, 5 de las cuales son endémicas. El género *Xenophyllum* consta de 22 especies extraídas de *Werneria*, 14 de las cuales han sido reportadas en Perú.(26) El *Xenophyllum*

poposum es usado tradicionalmente para tratar la hipertensión, enfermedades digestivas, tos, resfriado, mal de altura, también como antirreumático, antipirético, sedante y antiinflamatorio. (12) Por tal razón, la presente investigación se llevó a cabo con el objetivo de determinar la actividad antimicótica frente a *Candida albicans* y la actividad antibacteriana frente a *Enterococcus faecalis* del aceite esencial de *Xenophyllum poposum*.

Según lo estudiado se determinó que existe efecto antifúngico del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* frente al *Candida albicans* ATCC 10231, por el método de difusión en disco (Kirby Bauer). Se encontró que el valor promedio de los halos de inhibición al 10 % de concentración fue de 19,462 mm, este halo fue incrementando según el porcentaje de concentración aumentaba hasta el tratamiento 6 con 60 %, obteniendo un halo de inhibición promedio de 28,199 mm, lo que nos indica que es directamente proporcional; es decir, si hay mayor concentración mayor será el diámetro del halo de inhibición. A partir del tratamiento 7, con porcentaje de concentración de 70 % no se observó crecimiento de *Candida albicans* ATCC 10231, siendo su halo de inhibición mayor de 33,00 mm y según lo que nos indica la escala de sensibilidad de Duraffourd y Lapraz, los valores por encima de 20 mm son considerados sumamente sensibles. Para determinar porcentaje

de inhibición en comparación con el control positivo (nistatina) se realizó la prueba estadística de análisis de varianza para poder determinar la significancia de la prueba, como $p\text{-valor}=0.001$ es menor al nivel de significancia $\alpha=0.05$; entonces se concluye que al nivel del 5 % de significancia, existe diferencia entre la actividad antimicótica del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* y Nistatina en relación con *Candida albicans* ATCC 10231. Posteriormente se corroboró con la prueba de comparaciones múltiples de Games-Howell, de un total de 10 tratamientos, un control positivo (nistatina) y con 9 repeticiones, diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05. Se evidencia que a partir del 50 % de concentración en adelante, la actividad antimicótica del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* es estadísticamente significativa en relación a la Nistatina (ANEXO 08). Del mismo modo Torres et al, (20) evaluaron la actividad antimicrobiana *in vitro* del extracto hexánico (EH), extracto clorofórmico (EC), extracto etanólico (EE) y aceite esencial de *Xenophyllum poposum* sobre microorganismos bucales, la planta fue recolectada en Argentina y emplearon el método de difusión radial en agar, frente a *Candida albicans* el extracto etanólico presentó mayor actividad, similar a la clorhexidina, con halos de inhibición de 15 mm y 18 mm, respectivamente, el aceite esencial presentó un halo de inhibición de

10 mm, estando por debajo de los extractos mencionados. Igualmente, Erazo et al, (12) evaluaron las actividades antimicrobianas, antiinflamatorias y analgésicas de los extractos de *X. poposum* recolectados en Chile (Tarapacá), encontraron que a una concentración de 100 ug/ml la actividad antimicrobiana del extracto de aceite esencial, fue inactiva frente a *C. albicans*. Asimismo, González et al, (23) determinaron las propiedades antimicrobianas y antioxidantes del aceite volátil y extracto metanólico de *X. poposum*, el aceite esencial mostró actividad antifúngica contra los hongos filamentosos *Aspergillus fumigatus* y *Trichophytum rubrum*, sin embargo, la *Candida albicans* mostró resistencia, tanto con el aceite esencial como con el extracto metanólico. Un primer aspecto a discutir en la diferencia del efecto antifúngico del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* frente al *Candida albicans*, podría radicar en la forma de extracción, debido a que en la investigación de Torres et al, Erazo et al y González et al, el extracto de aceite esencial de *Xenophyllum poposum* fue extraído por hidrodestilación, es decir que la planta estuvo en contacto íntimo con el agua generadora del vapor y en nuestro estudio fue extraído por arrastre de vapor, es así que el vapor pasa a través del material vegetal separando el material volátil que contiene los aceites deseados y los separa mediante

condensación.(65) También es necesario mencionar la zona geográfica de recolección de la planta, lo que podría influir en la composición química de dichos aceites esenciales.

En cuanto a su actividad antibacteriana, el resultado de la investigación confirma que el aceite esencial de *Xenophyllum poposum* posee efecto antibacteriano frente a *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 con el que se halló un halo de inhibición promedio al 60 % de concentración de 17,91 mm, este halo fue incrementando según el porcentaje de concentración aumentaba hasta el tratamiento 10 con 100 % de concentración, obteniendo un halo de inhibición promedio de 28,381 mm, demostrándose que a partir del tratamiento 7, la bacteria *E. faecalis* es sumamente sensible, lo que nos indica que es directamente proporcional; es decir, si hay mayor concentración mayor será el diámetro del halo de inhibición y según la regla de los parámetros establecidos por Duraffourd y Lapraz si el diámetro de inhibición de crecimiento bacteriano supera los 20 mm se le considera sumamente sensible (+ + +), muy sensible (++) si se encuentran en el rango de 15 a 19 mm. y sensible (+) para los diámetros del halo de inhibición entre 8 y 14 mm. Para determinar porcentaje de inhibición en comparación con el control positivo (Ciprofloxacino) se realizó la prueba estadística de análisis de varianza para poder determinar la

significancia de la prueba, entonces se concluye que al nivel del 5 % de significancia, existe diferencia entre la actividad antibacteriana del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* y Ciprofloxacino en relación con *Enterococcus faecalis* ATCC 29212. Seguidamente se corroboró con la prueba de comparaciones múltiples de Games-Howell, de un total de 10 tratamientos un control positivo (Ciprofloxacino) y con 9 repeticiones, diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05. Se evidencia que los porcentajes del 10 % al 100 % de concentración la actividad antimicótica del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* son estadísticamente significativos con relación al Ciprofloxacino (ANEXO 09). De modo similar, Zea Q. (25) Determinó el efecto antibacteriano de los extractos etanólicos de *Xenophyllum dactylophyllum* y *Werneria sp* sobre la enterobacteria *Escherichia coli*, obtuvo como resultado que a la concentración del 100 %, de *X. dactylophyllum*, originó un promedio de 15,03 mm de halo de inhibición, para *Werneria sp* en la concentración del 100 %, se obtuvieron de 13,96 mm de halo de inhibición y en el control positivo (Amoxicilina) fue 15,54 mm halo de inhibición. También se encontró coincidencia con los hallazgos de González et al (23) quienes investigaron la Composición química y propiedades antimicrobianas y antioxidantes del aceite volátil y del extracto metanólico de *X. poposum*, en donde el aceite esencial

Xenophyllum poposum mostró actividad antibacteriana sobre 5 cepas patógenas, siendo sus concentraciones mínimas inhibitorias frente a *Acinetobacter baumannii* (1,0 mg/ml), *Burkholderia cepacia* (1,17 mg/ml), *Escherichia coli* ATCC 25922 (0,95 mg/ml), *Pseudomonas aeruginosa* (0,71 mg/ml) y *Staphylococcus aureus* (0,5 mg/ml). En el caso de nuestra investigación la concentración mínima inhibitoria frente a *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 fue de 11,00 mg/ml con 41,1 % de concentración del aceite esencial *X. poposum*. Otra investigación realizada en el año 2022 por Torres et al, determinaron el efecto antibacteriano del aceite esencial *X. poposum*, se determinaron los porcentajes de inhibición relativa teniendo como resultado que sobre *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sobrinus*, el porcentaje de inhibición relativa fue de 80 % y sobre *Actinomyces odontolyticus* fue de 67 %. Considerando las pautas del Clinical and Laboratory Standards Institute, se clasifica la actividad como alta cuando el porcentaje de inhibición relativa es superior al 70%, intermedia cuando se encuentra entre el 50% y el 70%, y baja cuando es inferior al 50% en comparación con el antimicrobiano de referencia, en base a esto, el aceite esencial *X. poposum* podría ser considerado de elevada acción antibacteriana frente a las bacterias antes mencionadas.

La sensibilidad antifúngica y antibacteriana del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* se basaría a sus principales componentes, de acuerdo al informe de ensayo N° ANA15K22.004723 que se realizó en la Universidad Católica de Santa María del Laboratorio de ensayo y Control de Calidad-Arequipa (Anexo 06); por el método de cromatografía gaseosa con detección de masa, se observó en forma cualitativa y cuantitativa la presencia de los siguientes compuestos: β -pineno en un 83,7 % y α -pineno en 9,73 % β -phellandrene en 1,71%, alfa-phellandrene en 1,57 %, (-)-myrtenol en 1,24, α -cubebene en 1,06 % y 6-octen-1-ol,3,7-dimethyl- en 0,99 %. Asimismo, en el estudio realizado por Abella et al, determinaron la composición química del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* y se caracterizó por la presencia de un alto contenido de monoterpenos (76,8 %), la cantidad de sesquiterpenoides fue baja con 6,2 % y no se detectaron análogos de la tremetona, se encontraron componentes importantes como: β -pineno (21,8 %), α - pineno (21,8 %), terpinen4-ol (5,3 %), terpineno (5,2 %), felandreno + 1,8-cineol (4,8 %), isopulegol (4,8 %) y citronelal (4,6 %).(66) Sin embargo, en el estudio realizado por Benites et al, detectaron en el aceite esencial de *Xenophyllum poposum* principalmente la presencia de -citronelol siendo el monoterpeno más abundante con 11,2 %. Otros compuestos

importantes en el aceite esencial de las hojas y tallos de esta planta fueron α -cadinol, tremetona e hidroxitremetona.(67) Estos resultados se contrastan con los obtenidos en Argentina por González, et al. donde evaluaron la composición química y propiedades antimicrobianas del aceites y extracto de *Xenophyllum poposum* (23); en su composición química se obtuvo cantidades significativas de 6-hidroxitremetona (14,7 %) y tremetona (1,7 %). Otros componentes importantes del aceite volátil eran: d-cadineno (16,5 %), T-cadinol (12,0 %), α -cadinol (8,8 %), γ -cadineno (7,5 %), 1-epi-cubenol (4,2 %) y amuroleno (3,0 %). Este análisis del aceite esencial dio resultados cualitativamente muy diferentes, debido a que está dominado por sesquiterpenoides (72,2 %) con cantidades casi iguales de hidrocarburos sesquiterpénicos (36,0 %) y sesquiterpenos oxigenados (36,2 %); además la cantidad de monoterpenoides era muy baja y apenas representaba el 3,6 % del aceite. Las diferencias cualitativas y cuantitativas de la composición química del aceite esencial y extractos de *Xenophyllum poposum* pueden atribuirse a los métodos de obtención, zona geográfica de recolección, además del tiempo transcurrido entre la recolección y el proceso de obtención.

CONCLUSIONES

PRIMERA: El aceite esencial de *Xenophyllum poposum* presenta actividad antimicótica y antibacteriana “*in vitro*” frente a *Candida albicans* ATCC 10231 y *Enterococcus faecalis* ATCC 29212.

SEGUNDA: El aceite esencial de *Xenophyllum poposum* presenta actividad antimicótica en diferentes porcentajes frente a *Candida albicans* ATCC 10231. A mayor porcentaje (%) mayor es el halo de inhibición (mm), al 60 % presenta mayor actividad antimicótica medible, ya que a partir del 70 % no se registró crecimiento de *Candida albicans* ATCC 10231.

TERCERA: El aceite esencial de *Xenophyllum poposum* presenta actividad antibacteriana en diferentes porcentajes frente a *Enterococcus faecalis* ATCC 2921. A mayor porcentaje (%) mayor es el halo de inhibición (mm), al 100 % existe una mayor actividad antibacteriana con respecto a los demás porcentajes.

RECOMENDACIONES

PRIMERA: Realizar estudios "in vivo" con el propósito de evaluar la toxicidad asociada a los componentes activos de *Xenophyllum poposum*, con el fin de determinar las dosis terapéuticas y tóxicas.

SEGUNDA: Elaborar colutorio bucal, pasta dental o algún tipo de goma de mascar para la prevención de la caries dental y otras infecciones orales, previa evaluación toxicológica de *Xenophyllum poposum*.

TERCERA: Fomentar el estudio y la investigación de las plantas originarias de la región y de género *Xenophyllum* debido a que son poco estudiadas.

CUARTA: Probar o verificar el efecto antibacteriano de *Xenophyllum poposum* frente a otros microorganismos de importancia clínica hospitalaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. López-Martínez R. Introducción Importancia actual de la micología médica en México. *anmm*. 2008;144(2):2.
2. Peru, reino de bosques MINISTERIO DEL AMBIENTE [Internet]. [citado 23 de octubre de 2022]. Disponible en: http://www.bosques.gob.pe/archivo/1455ad_perureinodebosques.pdf
3. Lock O, Rojas R. Revisión | Review Phytochemistry and Biological Activities of *Werneria* and *Xenophyllum* species. *Boletín Latinoamericano de Plantas Medicinales Aromáticas*. 30 de mayo de 2019;18:223-38.
4. Aspectos clínicos, diagnósticos y terapéuticos de las dermatofitosis [Internet]. [citado 8 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-enfermedades-infecciosas-microbiologia-clinica-28-pdf-S0213005X11700258>
5. *asis-nacional_2021_10_153346.pdf* [Internet]. [citado 13 de diciembre de 2023]. Disponible en: https://www.dge.gob.pe/epublic/uploads/asis-nacional/asis-nacional_2021_10_153346.pdf

6. Candida: epidemiología y factores de riesgo para especies no albicans [Internet]. [citado 8 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-enfermedades-infecciosas-microbiologia-clinica-28-pdf-S0213005X12003229>
7. Bodey GP. Candidiasis in cancer patients. Am J Med. 1 de octubre de 1984;77(4D):13-9.
8. Enterococcus.pdf [Internet]. [citado 8 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://codeinep.org/wp-content/uploads/2019/06/Enterococcus.pdf>
9. Díaz Pérez M, Rodríguez Martínez C, Zhurbenko R. Aspectos fundamentales sobre el género Enterococcus como patógeno de elevada importancia en la actualidad. Rev Cuba Hig Epidemiol. agosto de 2010;48(2):147-61.
10. Wen L, Haddad M, Fernández I, Espinoza G, Ruiz C, Neyra E, et al. Actividad antifúngica de cuatro plantas usadas en la medicina tradicional peruana. Rev Soc Quím Perú. 2011;7.
11. Turano F, Cambi V. Plantas medicinales: mitos y verdades sobre una fuente natural de recursos terapéuticos. Rev Asoc Med Bahía Blanca. 2009;115-9.

12. Actividades biológicas de *Xenophyllum poposum* Phil. (Asteraceae), planta del altiplano chileno [Internet]. [citado 17 de noviembre de 2022]. Disponible en: https://www.fitoterapia.net/php/descargar_documento.php?id=4657&doc_r=sn&num_volumen=16&secc_volumen=5956
13. Cruz MR, Graham CE, Gagliano BC, Lorenz MC, Garsin DA. *Enterococcus faecalis* Inhibits Hyphal Morphogenesis and Virulence of *Candida albicans*. *Infect Immun*. 20 de diciembre de 2013;81(1):189-200.
14. Baldoni DA. Principios bioactivos en especies aromáticas y medicinales andinas: “Pupusa” (*Xenophyllum poposum*), “Pupusa de agua” (*X. incisum*), “Yacón” (*Smallanthus sonchifolius*), “Copacopa” (*Artemisia copa*) Y “Chachacoma” (*Senecio nutans*). 2012;28.
15. Alshanta OA, Albashaireh K, McCloud E, Delaney C, Kean R, McLean W, et al. *Candida albicans* and *Enterococcus faecalis* biofilm frenemies: When the relationship sours. *Biofilm*. 1 de diciembre de 2022;4:100072.
16. Kirby-Bauer-Disk-DiffusionSusceptibility-Test-Protocol-pdf.pdf [Internet]. [citado 9 de abril de 2023]. Disponible en:

<https://asm.org/getattachment/2594ce26-bd44-47f6-8287-0657aa9185ad/Kirby-Bauer-Disk-DiffusionSusceptibility-Test-Protocol-pdf.pdf>

17. R MB, Guzmán M. El Antibiograma de discos. Normalización de la técnica de Kirby-bauer. *Biomédica*. 1984;4(3-4):112-21.
18. Sánchez MFO. Manual práctico de aceites esenciales, aromas y perfumes. aiyana ediciones; 2006. 278 p.
19. Maguiña-Vargas C, Ugarte-Gil CA, Montiel M. Uso adecuado y racional de los antibióticos. *Acta Médica Peru*. enero de 2006;23(1):15-20.
20. Torres SC, Gutiérrez S. Estudio de la actividad antimicrobiana de *Xenophyllum poposum* sobre microorganismos de la cavidad bucal por el método de difusión radial. *Acta Bioquím Clín Latinoam*. :6.
21. I - Hospital Alemán [Internet]. [citado 14 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.hospitalaleman.org.ar/diccionario-medico/i/>
22. Kabir MA, Hussain MA, Ahmad Z. *Candida albicans*: A Model Organism for Studying Fungal Pathogens. *ISRN Microbiol*. :16.

23. González AM, Tracanna MI, Amani SM, Schuff C, Poch MJ, Bach H, et al. Chemical Composition, Antimicrobial and Antioxidant Properties of the Volatile Oil and Methanol Extract of *Xenophyllum Poposum*. *Nat Prod Commun.* 1 de diciembre de 2012;7(12):1934578X1200701230.
24. Quispe Gómez R. Efecto cicatrizante del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Xenophyllum dactylophyllum* “conoca”. Ayacucho, 2016. 2017.
25. Zea Quispe BYZ. Efecto antibacteriano de *Xenophyllum dactylophyllum* (pupusa) y *Werneria* sp (pura pura) sobre *escherichia coli* en condiciones de laboratorio 2018.
26. Beltrán H. Sinópsis del Género *Xenophyllum* (Asteraceae: Senecioneae) del Perú. 2016;12.
27. Funk VA. *Xenophyllum*, a New Andean Genus Extracted from *Werneria* s.l. (Compositae: Senecioneae). *Novon.* 1997;7(3):235.
28. Efecto del tiempo y temperatura del deshidratado de china konoca (*Xenophyllum poposum*) en las características fisicoquímicas y valor bioactivo” [Internet]. [citado 13 de noviembre de 2022]. Disponible en:

<https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/e5565bd8-4a43-4f2b-ba45-ac0fec53a6ba/content>

29. Curso de Aceites Esenciales [Internet]. Bio-Reto. 2021 [citado 23 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://bio-retorxxi.uis.edu.co/curso-aceites-esenciales-2021/>
30. Aceites Esenciales [Internet]. [citado 14 de noviembre de 2022]. Disponible en: http://www.med-informatica.net/TERAPEUTICA-STAR/AceitesEsencialesUdeA_esencias2001b.pdf
31. Bandoni AL, Retta D. ¿Son realmente útiles los aceites esenciales? :7.
32. Extracción de aceites esenciales [Internet]. [citado 7 de octubre de 2023]. Disponible en: https://med-informatica.com/OBSERVAMED/Descripciones/AceitesEsencialesUdeA_esencias2001b.pdf
33. Candida albicans - Vircell [Internet]. [citado 15 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.vircell.com/enfermedad/27-candida-albicans/>
34. Costilla AJC, Domínguez EE, Domínguez KE, Briones DC, García AIA. Michelle Alejandra Ascencio Castillo. :61.

35. Corzo-León DE, Armstrong-James D, Denning DW. Burden of serious fungal infections in Mexico. *Mycoses*. 2015;58(S5):34-44.
36. Negroni R. Enseñanza de la Micología médica. :3.
37. Panizo MM, Reviákina V. Candida albicans y su efecto patógeno sobre las mucosas. *Rev Soc Venez Microbiol*. julio de 2001;21(2):38-45.
38. Scarpitta C. Guías de prevención y control de enterococo resistente a vancomicina (ERV). 2005;21.
39. Manual MSD versión para profesionales [Internet]. [citado 17 de noviembre de 2022]. Infecciones por enterococos - Enfermedades infecciosas. Disponible en: <https://www.msdmanuals.com/es-pe/professional/enfermedades-infecciosas/cocos-grampositivos/infecciones-por-enterococos>
40. Köhler W. The present state of species within the genera Streptococcus and Enterococcus. *Int J Med Microbiol*. 11 de junio de 2007;297(3):133-50.
41. T LP, E BH, M SP, C LC. Enterococcus sp Parte I. *Rev Chil Infectologia* [Internet]. 2007 [citado 8 de noviembre de 2022];24. Disponible en:

<https://www.readcube.com/articles/10.4067%2Fs0716-10182007000300010>

42. Aspiroz C, Navarro C, Aspiroz T. Infección urinaria causada por *Enterococcus faecalis* con fenotipo mucóide: un morfotipo inusual. *Enfermedades Infecc Microbiol Clínica*. 1 de agosto de 2000;18(7):369-70.
43. Sava IG, Heikens E, Huebner J. Pathogenesis and immunity in enterococcal infections. *Clin Microbiol Infect*. 1 de junio de 2010;16(6):533-40.
44. *Enterococcus faecalis* [Internet]. 2007 [citado 17 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://web.archive.org/web/20070209070737/http://medinfo.ufl.edu/year2/mmid/bms5300/bugs/strfaeca.html>
45. Detección de *Enterococcus faecalis* en dientes con fracaso en el tratamiento endodóntico [Internet]. [citado 17 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.actaodontologica.com/ediciones/2009/1/art-12/>

46. Anaerobio: MedlinePlus enciclopedia médica [Internet]. [citado 19 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/002230.htm>
47. Sader HS. Antibacteriano. Rev Chil Infectol. 2002;19:S14-21.
48. Tafur JD, Torres JA, Villegas MV. Mecanismos de resistencia a los antibióticos en bacterias Gram negativas. Infectio. septiembre de 2008;12(3):227-32.
49. Beveridge TJ. Use of the gram stain in microbiology. Biotech Histochem. 1 de mayo de 2001;76(3):111-8.
50. Alvarado-Ruiz DA, Ordaz-Hernández K, Lara-Cadena GL, Díaz-Jiménez M de LV, Castelán M. Caracterización del crecimiento de colonias bacterianas utilizando segmentación de imágenes con K-means. Padi Bol Científico Cienc Básicas E Ing ICBI. 11 de septiembre de 2023;11(Especial2):1-6.
51. Stanier RY. Microbiología. Reverte; 2005. 776 p.
52. Guía microbiológica para interpretar la concentración mínima inhibitoria (CMI).
53. Picazo JJ. Procedimientos en Microbiología Clínica.

54. Bou G, Fernández-Olmos A, García C, Sáez-Nieto JA, Valdezate S. Métodos de identificación bacteriana en el laboratorio de microbiología. *Enfermedades Infecc Microbiol Clínica*. 1 de octubre de 2011;29(8):601-8.
55. Camaró-Sala ML, Martínez-García R, Olmos-Martínez P, Catalá-Cuenca V, Ocete-Mochón MD, Gimeno-Cardona C. Validación y verificación analítica de los métodos microbiológicos. *Enfermedades Infecc Microbiol Clínica*. 1 de agosto de 2015;33(7):e31-6.
56. García EC, Solís IM. *Manual de fitoterapia*. Elsevier Health Sciences; 2021. 598 p.
57. Murray PR, Rosenthal K, Pfaller MA. *Microbiología médica*. Elsevier Health Sciences; 2017. 973 p.
58. Rojas Triviño A. *Conceptos y práctica de Microbiología general*. 6 de septiembre de 2011 [citado 19 de octubre de 2023]; Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/8391>
59. Hou K, Wu ZX, Chen XY, Wang JQ, Zhang D, Xiao C, et al. Microbiota in health and diseases. *Signal Transduct Target Ther*. 23 de abril de 2022;7(1):1-28.

60. ASALE R, RAE. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. [citado 17 de noviembre de 2022]. patógeno, patógena | Diccionario de la lengua española. Disponible en: <https://dle.rae.es/patógeno>
61. Ugaz OL de. Investigación Fitoquímica, Métodos en el estudio de productos naturales. Segunda Edición. Univ Católica Perú; 1994. 328 p.
62. Fariña N. Resistencia bacteriana: un problema de salud pública mundial de difícil solución. Mem Inst Investig En Cienc Salud. abril de 2016;14(1):04-5.
63. Valdés S, Ángel M. La resistencia microbiana en el contexto actual y la importancia del conocimiento y aplicación en la política antimicrobiana. Rev Habanera Cienc Médicas. junio de 2017;16(3):402-19.
64. ACEITES ESENCIALES Una Alternativa de Diversificación [Internet]. [citado 14 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/55532/9588280264.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

65. Guía de Métodos Físicos de Separación_Obtención de Extractos e Hidrodestilación.pdf [Internet]. [citado 10 de octubre de 2023]. Disponible en: https://bonga.unisimon.edu.co/bitstream/handle/20.500.12442/7991/Gu%C3%ADa%20de%20M%C3%A9todos%20F%C3%ADsicos%20de%20Separaci%C3%B3n_Obtenci%C3%B3n%20de%20Extractos%20e%20Hidrodestilaci%C3%B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y
66. Etnobotánica, Aceites Volátiles y Tejidos de Secreción de *Werneria Poposa* de Argentina [Internet]. [citado 26 de abril de 2023]. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1076/1388-0209%28200007%293831-SFT197?needAccess=true&role=button>
67. Benites J, Lopez J, Rojo LE, Diaz P, Rojas M, Fuentes R, et al. Chemical composition of the essential oil of *Xenophyllum poposum*. *Chem Nat Compd.* enero de 2011;46(6):988-9.

ANEXOS

ANEXO 01. MATRIZ DE CONSISTENCIA

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA	TÉCNICAS / INSTRUMENTOS
<p>PROBLEMA PRINCIPAL</p> <p>¿Cuál es la actividad antimicótica y antibacteriana “in vitro” del aceite esencial de <i>Xenophyllum poposum</i> frente a <i>Candida albicans</i> ATCC 10231 y <i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212, Tacna-2022?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>- ¿Cuál es la actividad antimicótica “in vitro” del aceite esencial de <i>Xenophyllum poposum</i> frente a</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar la actividad antimicótica y antibacteriana “in vitro” del aceite esencial de <i>X. poposum</i> frente a <i>Candida albicans</i> ATCC 10231 y <i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>- Determinar la actividad antimicótica “in vitro” del aceite esencial de <i>Xenophyllum poposum</i> frente a <i>Candida albicans</i> ATCC 10231.</p> <p>- Determinar la actividad antibacteriana “in vitro” del aceite esencial de <i>Xenophyllum poposum</i> frente a <i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>El aceite esencial de <i>Xenophyllum poposum</i> presenta actividad antimicótica y antibacteriana frente a <i>Candida albicans</i> ATCC 10231 y <i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</p> <p>a) El aceite esencial de <i>Xenophyllum poposum</i> presenta actividad antimicótica frente a <i>Candida albicans</i> ATCC 10231.</p> <p>b) El aceite esencial de <i>Xenophyllum poposum</i> presenta actividad antibacteriana frente a <i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212.</p>	<p>Variable Independiente (A) Actividad antimicótica del aceite esencial de <i>Xenophyllum poposum</i>.</p> <p>Dimensiones Porcentajes</p> <p>Indicadores</p> <p>- AE de <i>X. poposum</i> al 10% - AE de <i>X. poposum</i> al 20% - AE de <i>X. poposum</i> al 30% - AE de <i>X. poposum</i> al 40% - AE de <i>X. poposum</i> al 50% - AE de <i>X. poposum</i> al 60% - AE de <i>X. poposum</i> al 70% - AE de <i>X. poposum</i> al 80% - AE de <i>X. poposum</i> al 90% - AE de <i>X. poposum</i> al 100%</p> <p>Variable Independiente (B) Actividad antibacteriana del aceite esencial de <i>Xenophyllum poposum</i>.</p> <p>Dimensiones Porcentajes</p> <p>Indicadores</p> <p>- AE de <i>X. poposum</i> al 10% - AE de <i>X. poposum</i> al 20% - AE de <i>X. poposum</i> al 30% - AE de <i>X. poposum</i> al 40%</p>	<p>TIPO DE ESTUDIO</p> <p>Es un estudio del tipo observacional, prospectivo, longitudinal y analítico.</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACIÓN</p> <p>Es una investigación de nivel relacional.</p> <p>DISEÑO DE INVESTIGACION</p> <p>La presente investigación corresponde a un estudio no experimental porque se utilizarán técnicas de cultivo en inoculados con cepas de <i>Candida albicans</i> y <i>Enterococcus faecalis</i>, a los que se les aplicara discos embebidos a diferentes porcentajes del aceite esencial de <i>Xenophyllum poposum</i>.</p>	<p>TÉCNICAS DE RECOGIDA DE DATOS:</p> <p>- Ficha con el promedio del diámetro de los halos de inhibición en milímetros para analizar la sensibilidad del <i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212 frente a las concentraciones aceite esencial de <i>Xenophyllum poposum</i>. (Anexo 02)</p> <p>- Ficha con el promedio del diámetro de los halos de inhibición en milímetros para analizar la sensibilidad de la <i>Candida albicans</i> ATCC 10231 frente a las concentraciones del aceite esencial de <i>Xenophyllum poposum</i>. (Anexo 03)</p> <p>TÉCNICAS ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS: Cuadro de frecuencias, gráficos, estadística descriptiva: media, desviación estándar. Tablas figuras, porcentajes.</p>

<p><i>Candida albicans</i> ATCC 10231?</p> <p>- ¿Cuál es la actividad antibacteriana “in vitro” del aceite esencial de <i>Xenophyllum poposum</i> frente a <i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212?</p>			<ul style="list-style-type: none"> - AE de <i>X.poposum</i> al 50% - AE de <i>X.poposum</i> al 60% - AE de <i>X.poposum</i> al 70% - AE de <i>X.poposum</i> al 80% - AE de <i>X.poposum</i> al 90% - AE de <i>X.poposum</i> al 100% <p>Variable Dependiente (C) Crecimiento de <i>Candida albicans</i> ATCC 10231</p> <p>Dimensiones Halos de inhibición</p> <p>Indicadores En medio de cultivo líquido se analizará su turbidez. En medio de cultivo solido (UFC Unidad Formadora de Colonias) se medirá el diámetro en milímetros.</p> <p>Variable Dependiente (D) Crecimiento de <i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212</p> <p>Dimensiones Halos de inhibición</p> <p>Indicadores En medio de cultivo líquido se analizará su turbidez. En medio de cultivo solido (UFC Unidad Formadora de Colonias) se medirá el diámetro en milímetros.</p>		
---	--	--	--	--	--

Fuente: elaboración propia

ANEXO 02

**FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA MEDIR EL TAMAÑO DE
LOS HALOS DE INHIBICIÓN EN MM DEL *ENTEROCOCCUS FAECALIS*
FRENTE AL ACEITE ESENCIAL *XENOPHYLLUM POPOSUM***

MICROORGANISMO	REPETICIONES	CONCENTRACIONES DEL ACEITE ESENCIAL <i>XENOPHYLLUM POPOSUM</i>									
		10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
<i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
	6										
	7										
	8										
	9										
	10										
	Promedio estándar										

CONTROL	Halo de inhibición en mm
CIPROFLOXACINO	

ANEXO 03

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA MEDIR EL TAMAÑO DE LOS HALOS DE INHIBICIÓN EN MM DEL *CÁNDIDA ALBICANS* FRENTE AL ACEITE ESENCIAL *XENOPHYLLUM POPOSUM*

MICROORGANISMO	REPETICIONES	CONCENTRACIONES DEL ACEITE ESENCIAL <i>XENOPHYLLUM POPOSUM</i>									
		10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
<i>Cándida albicans</i> ATCC 10231	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
	6										
	7										
	8										
	9										
	10										
	Promedio estándar										

CONTROL	Halo de inhibición en mm
NISTATINA	



RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA

Tacna, 21 de Febrero del 2023

RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA N° D000041-2023-MIDAGRI-SERFOR-ATFFS-

VISTO:

El Expediente N° 2023-0004870. la solicitud de fecha 7 de febrero de 2023, presentada por Mariluz Vanesa Ccopa Mayta identificada con DNI N° 73989705; FORMATO DE HOJA DE VIDA DEL INVESTIGADOR PRINCIPAL (ANEXO 1); el informe técnico INFTEC N° D000003-2023-MIDAGRI-SERFOR-ATFFS MOQUEGUA TACNA-JST de fecha 10 de febrero de 2023, informe técnico legal INFTECLE N° D000043-2023-MIDAGRI-SERFOR-ATFFS MOQUEGUA TACNA-DCR de fecha 17 de febrero de 2023;

CONSIDERANDO:

Que, por Ley N° 29763 Ley Forestal y de Fauna Silvestre crea el Sistema Nacional de Gestión Forestal y de Fauna Silvestre (SINAFOR); asimismo, crea el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR) como autoridad nacional forestal y de fauna silvestre y ente rector del sistema. El Decreto Supremo N° 016-2014-MINAGRI modifica el Decreto Supremo N° 007-2013-MINAGRI que aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del SERFOR, cuya PRIMERA DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA TRANSITORIA establece que las Administraciones Técnicas Forestales y de Fauna Silvestre se incorporan al SERFOR como órganos desconcentrados de actuación local, estableciendo entre otras funciones las de: "a) actuar en primera instancia en la gestión y administración de los recursos forestales y de fauna silvestre, dentro del ámbito territorial de su competencia. (...) s) las demás que le asigne la Dirección Ejecutiva del SERFOR".

Que, el Artículo 66° de la Constitución Política del Perú, establece que los recursos naturales, renovables y no renovables, son patrimonio de la Nación. El Estado es soberano en su aprovechamiento; asimismo, en su Artículo 68° establece que es obligación del Estado promover la conservación de la diversidad biológica;

Que, la Ley N° 26821, Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales, establece en su Artículo 9°, referido a la investigación científica, que el Estado promueve la investigación científica y tecnológica sobre la diversidad, calidad, composición, potencialidad y gestión de los recursos naturales. Asimismo, promueve la información y el conocimiento sobre los recursos naturales; con cuyo fin el Estado establece los permisos sobre los recursos materia de investigación;

Que, el Artículo 137° de la Ley 29763, Ley Forestal y de Fauna Silvestre declara de interés nacional la investigación, el desarrollo tecnológico, la mejora del conocimiento y el monitoreo del estado de la conservación del patrimonio forestal y de fauna silvestre, el mismo que se realiza a través de entidades educativas de investigación o mediante iniciativas privadas, igualmente promueve la difusión de los resultados de la investigación;

Que, por Decreto Supremo N° 018-2015-MINAGRI se aprueba el Reglamento para la Gestión Forestal, que prevé que la investigación científica del patrimonio se aprueba mediante autorizaciones, salvaguardando los derechos del país respecto a su patrimonio genético, estableciendo además los requisitos, y demás consideraciones para su otorgamiento, de acuerdo a los lineamientos aprobados por el SERFOR;

Que, por Resolución de Dirección Ejecutiva N° 060-2016-SERFOR-DE se aprueba los "Lineamientos para el otorgamiento de la autorización con fines de investigación científica de flora y/o fauna silvestre", con la finalidad de dinamizar el procedimiento y generar información científica que contribuya al conocimiento de la biodiversidad y sus componentes, su conservación, manejo y uso sostenible; la investigación científica podrá ser con o sin acceso a los recursos genéticos y fuera de las Áreas Naturales Protegidas; el literal "a." del numeral 5.3.2 establece que: "a. La ARFFS conduce el procedimiento y, de ser el caso, otorga la autorización en los casos que la investigación: i) Implice la utilización de métodos directos e indirectos para especies no categorizadas como amenazadas. ii) Involucre especies no listadas en los Apéndices de la CITES. iii) No implique el acceso a los recursos genéticos o sus productos derivados. iv) Implice sólo el ámbito geográfico regional de la ARFFS." y, conforme a lo ordenado mediante MEMORANDUM N° 0286-2019-MIDAGRI-SERFOR-DGGSPFFS/DGSPF, se procede a la emisión de la presente autorización;

Que, mediante solicitud de fecha 7 de febrero de 2023, la administrada Mariluz Vanesa Ccopa Mayta identificada con DNI N° 73989705 solicita que se le otorgue Autorización con fines de investigación



RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA

científica de flora silvestre fuera de las Áreas Naturales Protegidas, con colecta de flora silvestre, en la Zona de Paso de los Vientos del distrito de Palca, provincia y departamento de Tacna, como parte del Proyecto o Estudio titulado "Determinación de la actividad antimicótica y antibacteriana *in vitro* del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* frente a *Candida albicans* ATCC10231 y *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, Tacna", el mismo que se llevará a cabo dentro del periodo comprendido entre febrero de 2023 y junio de 2023, con cuyo fin adjunta los requisitos requeridos para el otorgamiento de la autorización con fines de investigación científica de flora silvestre aprobado por Resolución de Dirección Ejecutiva N° 060-2016-SERFOR-DE y el numeral 9 del ANEXO N° 1 del Reglamento para la Gestión Forestal y el numeral 6.6 de los Lineamientos;

Que, se procedió a verificar el cumplimiento de las condiciones mínimas para el otorgamiento de la autorización, conforme aparece de las impresiones que han sido anexados al INFORME TECNICO N° D000003-2023-MIDAGRI-SERFOR-ATFFS-MOQUEGUA TACNA-JST, con resultado negativo, por lo que resulta procedente la evaluación de la solicitud;

Que, como aparece de autos la solicitante Mariluz Vanesa Ccopa Mayta ha cumplido con adjuntar los requisitos legales a que hace referencia el numeral 6.6 de los Lineamientos los que han sido evaluados previamente, como es de verse del INFORME TECNICO N° D000003-2023-MIDAGRI-SERFOR-ATFFS-MOQUEGUA TACNA-JST, el mismo que concluye que la administrada ha cumplido con la presentación de los requisitos requerido por el numeral 9 del anexo N° 1 del Reglamento para la gestión forestal; que reúne las condiciones mínimas para el otorgamiento de la autorización solicitada; los objetivos, métodos y técnicas que se detallan en el plan de investigación que se adjunta, así como los plazos establecidos en el cronograma del proyecto no representan riesgo para la población silvestre de la especie "Determinación de la actividad antimicótica y antibacteriana *in vitro* del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* frente a *Candida albicans* ATCC10231 y *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, Tacna" por el periodo de cinco (5) meses con colecta de flora silvestre y sin acceso a los recursos genéticos, conforme al cronograma de trabajo que se presenta; la zona de estudio se encuentra ubicado fuera de las Áreas Naturales Protegidas, en el territorio continental en el distrito de Palca, provincia y departamento de Tacna; la investigación involucra la colecta de al menos tres (3) kilogramos de biomasa de la especie *Xenophyllum poposum*, durante el periodo de desarrollo de estudio; asimismo, la titular de la investigación asume el compromiso de aplicar medidas de campo que garanticen la protección y el bienestar de los ecosistemas donde se desarrolla especie, durante las acciones de colecta.

Que, de acuerdo al Plan de Investigación y lo opinado en el informe técnico, el punto de muestreo se encuentra ubicado en el Sistema de Coordenadas Proyectadas UTM Zona 19S de DATUM WGS84 413219E/8051325N;

Que, Mediante CARTA DE PRESENTACIÓN N° 003-2023-ESFB-FACS/UNJBG, el Director de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, presenta formalmente a la solicitante y en calidad de Asesor de Tesis al docente Orlando Agustín Rivera Benavente identificado con DNI N° 00506187;

Que, el informe técnico legal INFTECLE N° D000043-2023-MIDAGRI-SERFOR-ATFFS MOQUEGUA TACNA-DCR concluye que es legalmente procedente el otorgamiento de la presente autorización a favor de la administrada Mariluz Vanesa Ccopa Mayta, considerando la evaluación técnica realizada al expediente, mediante el INFORME TECNICO N° D000003-2023-MIDAGRI-SERFOR-ATFFS-MOQUEGUA TACNA-JST para el desarrollo de la investigación, conforme al cronograma de trabajo presentado por la solicitante, quien deberá cumplir en estricto las obligaciones que establece la Ley, el Reglamento y los Lineamientos, sin perjuicio de las señaladas en la parte resolutive de la presente resolución. El Plan de Investigación forma parte integrante de la presente resolución;

Que, la presente autorización implica el cumplimiento de obligaciones establecidas por el Artículo 138° del Reglamento y los Lineamientos, caso contrario constituye infracción, por lo que se podrá aplicar las sanciones a que hace referencia el Anexo N° 1 del Reglamento de infracciones y sanciones en materia forestal y de fauna silvestre;

Que, la presente autorización ha sido tramitada en concordancia con las normas legales vigentes y los procedimientos establecidos para tal fin; en tal sentido, conforme a lo dispuesto por el Artículo IV numeral 1.16 del Título Preliminar, 34° y 49° del Texto Único Ordenado de la Ley N° 27444 Ley del Procedimiento Administrativo General aprobado por Decreto Supremo N° 004-2019-JUS, esta Administración se reserva el derecho de fiscalización posterior en relación a la documentación ofrecida en el presente Procedimiento Administrativo;

Que, en uso de las funciones atribuidas por la Primera Disposición Complementaria Transitoria del Decreto Supremo N° 016-2014-MIDAGRI modificatoria del Decreto Supremo N° 007-2013 Reglamento de Organización y Funciones del SERFOR;

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado en el Servicio Forestal y de Fauna Silvestre, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: Url: <https://sgd.serfor.gob.pe/validadorDocumental/> Clave: F9XWGT



RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA

SE RESUELVE:

Artículo 1°.- OTORGAR AUTORIZACIÓN N° 23-MOT-AUT-IFL-2023-001 con fines de investigación científica de flora silvestre, a la administrada Mariluz Vanesa Ccopa Mayta identificada con DNI N° 73989705 como investigadora principal y al docente al docente Orlando Agustín Rivera Benavente identificado con DNI N° 00506187 como asesor de tesis; el Plan de Investigación forma parte integrante de la presente resolución;

Artículo 2°.- La autorización otorgada por el artículo precedente, permite el desarrollo de la investigación titulada "*Determinación de la actividad antimicótica y antibacteriana "in vitro" del aceite esencial de Xenophyllum poposum frente a Candida albicans ATCC10231 y Enterococcus faecalis ATCC 29212, Tacna*" e incluye la colecta de tres (3) kilogramos de biomasa de la especie *Xenophyllum poposum* (pura pura) los que serán colectados el punto de muestreo se encuentra ubicado en el Sistema de Coordenadas Proyectadas UTM Zona 19S de DATUM WGS84 413219E/8051325N;

Artículo 3°.- La presente autorización se otorga por un plazo cinco (5) meses contados a partir del día siguiente a su notificación, conforme al cronograma de trabajo;

Artículo 4°.- El titular de la autorización para actividades de investigación de flora silvestre genera las siguientes obligaciones:

- a) No extraer especímenes, ni muestras biológicas de flora silvestre no autorizada.
- b) No ceder el material colectado a terceros, ni utilizarlo para fines distintos a lo autorizado.
- c) Entregar al SERFOR un informe final en idioma español, incluyendo una versión digital, como resultado de la investigación autorizada, así como copia de las publicaciones realizadas en las que se indicará expresamente el Código de Autorización. El plazo para la entrega del informe no deberá exceder los seis meses (06) al vencimiento de la presente autorización.
- d) Depositar el material colectado en una institución científica nacional depositaria de material biológico y entregar al SERFOR la constancia de dicho depósito. En casos debidamente justificados, y siempre que el material colectado no constituya holotipos ni ejemplares únicos, el depósito se puede realizar en una institución distinta a la mencionada; para ello se requiere la autorización del SERFOR.
- e) Si por razones científicas, se requiere enviar al extranjero parte del material colectado, el interesado deberá gestionar el correspondiente Permiso para la Exportación ante el SERFOR, así como pasar el control respectivo.
- f) El Informe final deberá contener una lista de las coordenadas en formato UTM (Datum WGS84), de los lugares en que se hubiere realizado la colecta de las especies;

Artículo 5°.- EXHORTAR al titular de la presente autorización, cumplir en estricto con las disposiciones legales en materia forestal y de fauna silvestre, caso contrario se procederá a instaurar procedimiento administrativo sancionador;

Artículo 6°.- La Administración Técnica Forestal y Fauna Silvestre se **RESERVA** el derecho de fiscalización posterior respecto de la información documental proporcionada por la administrada en el presente procedimiento administrativo;

Artículo 7°.- Transcribase copia de la presente resolución, a la Dirección de General de Información y Ordenamiento Forestal y de Fauna Silvestre, para los fines de Ley;

Artículo 8°.- NOTIFÍQUESE con la presente resolución a Mariluz Vanesa Ccopa Mayta, Orlando Agustín Rivera Benavente, la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica de la Facultad de Ciencias de la Salud de la universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann; para los fines de ley;

Artículo 9°.- TRANSCRIBIR la presente resolución a la Oficina de Servicios al Usuario y Trámite Documentario, para su custodia y archivo en el repositorio digital;

REGÍSTRESE Y COMUNÍQUESE.

Documento firmado digitalmente

Gilbert Christian Riveros Arteaga
Administrador Técnico
ATFFS Moquegua Tacna
Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre - SERFOR

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado en el Servicio Forestal y de Fauna Silvestre, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: Url: <https://sgd.serfor.gob.pe/validadorDocumental/> Clave: F9XWGT

ANEXO 05

CONSTANCIA DEL HERBARIO TAKANA (TKA) DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL JOGE BASADRE GOHMANN N°007-TKA-2023



HERBARIO TAKANA (TKA)

Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann
Facultad de Ciencias
Ciudad Universitaria - Av. Miraflores s/n, Tacna - Perú



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

Constancia N° 007 – TKA- 2023

EL DIRECTOR DEL HERBARIO TAKANA (TKA) DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN, DEJA CONSTANCIA QUE:

La muestra alcanzada a este despacho por **Mariluz Vanesa Ccopa Mayta**, identificado con DNI N° 73989705, con domicilio legal en Coronel Gregorio Albarracín –Alfonso Ugarte Mz M4 Lte 29 III etapa; estudiante de la Facultad de Ciencias de la Salud, Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna, cuya determinación taxonómica servirá para la realización del proyecto de Tesis: “Determinación de la actividad antimicótica y antibacteriana *in vitro*” del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* frente a *Candida albicans* ATCC 10231 y *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, Tacna - 2022”, ha sido estudiada y clasificada como: *Xenophyllum poposum* y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación de Cronquist (1988).

DIVISION MAGNOLIOPHYTA

CLASE MAGNOLIOPSIDA

ORDEN ASTERALES

FAMILIA ASTERACEAE

GENERO *Xenophyllum*

ESPECIE *Xenophyllum poposum*

Nombre vulgar:

Determinado por: Bach. Cs. Biol. Javier Máximo Ignacio Apaza

Se expide la presente Constancia a solicitud de la parte interesada para los fines que hubiera lugar.

Tacna, 19 de abril del 2023



Dr. PABLO JUAN FRANCO LEON
Director del Herbario (TKA)

INFORME DE ANÁLISIS DEL ACEITE ESENCIAL DE *Xenophyllum* poposum



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD

Urb. San José S/N Umacollo CAMPUS UNIVERSITARIO H-204/205 ☎ + 51 54 382038 ANEXO 1166
✉ laboratoriodeensayo@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe 📄 Apto. 1350
AREQUIPA - PERÚ



INFORME DE ENSAYO N° ANA15K22.004723

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

Nombre del cliente : MARILUZ VANESA CCOPA MAYTA
Dirección del cliente : Gregorio Albarracín. Alfonso Ugarte III etapa Mz M4 lote 29
RUC : No corresponde
Identificación del contacto : Mariluz Vanesa Ccopa Mayta
Descripción de la muestra : Aceite esencial *Xenophyllum poposum*

INFORMACIÓN DEL ENSAYO

Condición del muestreo : Por el cliente
Tamaño de muestra : 2 mL
Fecha de recepción : 15/11/2022
Fecha de ejecución de ensayo : 20/12/2022 al 28/12/2022
Fecha de emisión de informe : 28/12/2022
Página : 1 de 3

I. ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO:

ANÁLISIS	UNIDADES	RESULTADO
DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE METABOLITOS SECUNDARIOS Cromatografía Gaseosa con Detección de Masas, Método de Cuantificación, por Normalización Interna (Área)		
.beta.-Phellandrene	%	1,71
.alpha.-Phellandrene	%	1,57
.beta.-Pinene	%	83,7
.alpha.-Pinene	%	9,73
(-)-Myrtenol	%	1,24
6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-	%	0,99
.alpha.-Cubebene	%	1,06
.beta.-Phellandrene	%	1,71
.alpha.-Phellandrene	%	1,57





UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD

Urb. San José S/N Umacollo CAMPUS UNIVERSITARIO H-204/205 ☎ + 51 54 382038 ANEXO 1166
✉ laboratoriodeensayo@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe 📄 Apto. 1350
AREQUIPA - PERU



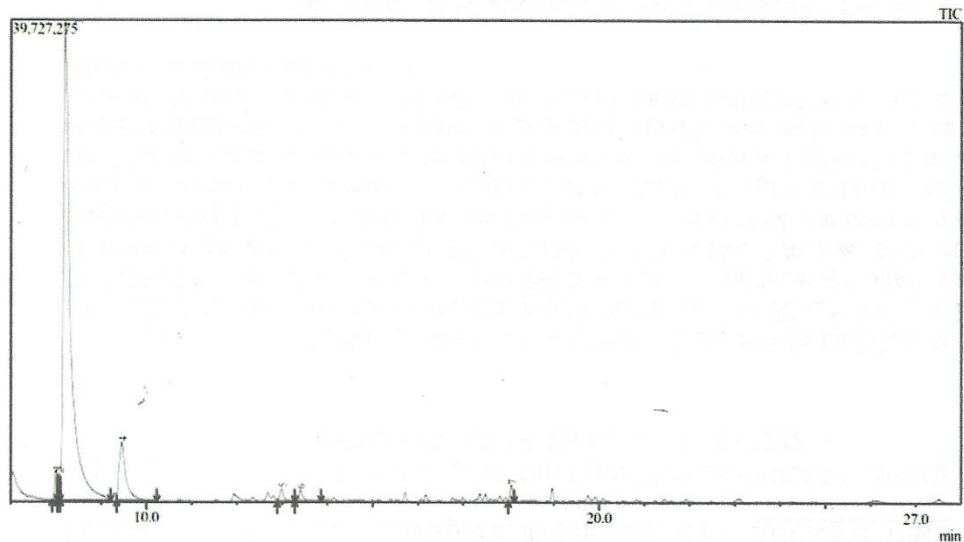
INFORME DE ENSAYO N° ANA15K22.004723

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

Nombre del cliente : MARILUZ VANESA CCOPA MAYTA
Dirección del cliente : Gregorio Albarracín. Alfonso Ugarte III etapa Mz M4 lote 29
RUC : No corresponde
Identificación del contacto : Mariluz Vanesa Ccopa Mayta
Descripción de la muestra : Aceite esencial *Xenophyllum poposum*

INFORMACIÓN DEL ENSAYO

Condición del muestreo : Por el cliente
Tamaño de muestra : 2 mL
Fecha de recepción : 15/11/2022
Fecha de ejecución de ensayo : 20/12/2022 al 28/12/2022
Fecha de emisión de informe : 28/12/2022
Página : 2 de 3



Peak#	R. Time	I. Time	F. Time	Area	Area%	Height	Height%	A/H	Mark	Name
1	7.998	7.915	8.030	8846637	1.71	2442958	4.67	3.62		.beta.-Phellandrene
2	8.063	8.030	8.095	8133198	1.57	2163365	4.14	3.76	V	.alpha.-Phellandrene
3	8.200	8.095	9.210	432251866	83.70	39627203	75.77	10.91	V	.beta.-Pinene
4	9.458	9.345	10.230	50239801	9.73	4787188	9.15	10.49	SV	.alpha.-Pinene
5	12.986	12.890	13.275	6391930	1.24	1004695	1.92	6.36	V	(-)-Myrtenol
6	13.405	13.275	13.860	5120923	0.99	923324	1.77	5.55	SV	6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-
7	18.068	17.990	18.125	5473275	1.06	1350910	2.58	4.05	V	.alpha.-Cubebene
				516457630	100.00	52299643	100.00			



Código: LECC-15INF-002F ED:01 Fecha de Aprobación: 2022-08-16 Aprobación por: DT

ANEXO 07

BASE DE DATOS EN SPSS v.27

Candida albicans

Concentraciones (%)		Estadístico	
10%	Media	194,622	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	190,842
		Límite superior	198,403
	Media recortada al 5%	194,675	
	Mediana	196,300	
	Varianza	,242	
	Desviación estándar	,49183	
	Mínimo	18,75	
	Máximo	20,08	
	Rango	1,33	
	Rango intercuartil	,89	
	Asimetría	-,441	
	Curtosis	-1,226	
20%	Media	201,300	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	198,340
		Límite superior	204,260
	Media recortada al 5%	201,278	
	Mediana	200,400	
	Varianza	,148	
	Desviación estándar	,38506	
	Mínimo	19,52	
	Máximo	20,78	
	Rango	1,26	
	Rango intercuartil	,55	
	Asimetría	,108	

	Curtosis	- ,186
30%	Media	217,989
	95% de intervalo de confianza para la media	214,712
	Límite inferior	
	Límite superior	221,266
	Media recortada al 5%	217,810
	Mediana	216,700
	Varianza	,182
	Desviación estándar	,42631
	Mínimo	21,29
	Máximo	22,63
	Rango	1,34
	Rango intercuartil	,63
	Asimetría	,950
	Curtosis	,417
40%	Media	219,811
	95% de intervalo de confianza para la media	213,680
	Límite inferior	
	Límite superior	225,942
	Media recortada al 5%	219,273
	Mediana	218,400
	Varianza	,636
	Desviación estándar	,79758
	Mínimo	21,20
	Máximo	23,73
	Rango	2,53
	Rango intercuartil	1,10
	Asimetría	1,370
	Curtosis	2,237
50%	Media	257,800
	95% de intervalo de confianza para la media	241,009
	Límite inferior	
	Límite superior	274,591
	Media recortada al 5%	256,378

	Mediana	255,100
	Varianza	4,772
	Desviación estándar	218,444
	Mínimo	23,64
	Máximo	30,48
	Rango	6,84
	Rango intercuartil	3,09
	Asimetría	1,335
	Curtosis	1,803
60%	Media	281,989
	95% de intervalo de confianza para la media	277,056
	Límite inferior	
	Límite superior	286,922
	Media recortada al 5%	281,832
	Mediana	280,200
	Varianza	,412
	Desviación estándar	,64178
	Mínimo	27,25
	Máximo	29,43
	Rango	2,18
	Rango intercuartil	,85
	Asimetría	,663
	Curtosis	,686
Control (+)	Media	214,844
	95% de intervalo de confianza para la media	213,217
	Límite inferior	
	Límite superior	216,472
	Media recortada al 5%	214,994
	Mediana	215,700
	Varianza	,045
	Desviación estándar	,21173
	Mínimo	21,01
	Máximo	21,69
	Rango	,68
	Rango intercuartil	,27

Asimetría	-1,572
Curtosis	2,663

Fuente: SPSS versión 27.0

Enterococcus faecalis

Concentraciones (%)		Estadístico	
10%	Media	90,756	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	87,227
		Límite superior	94,284
	Media recortada al 5%	90,851	
	Mediana	91,400	
	Varianza	,211	
	Desviación estándar	,45905	
	Mínimo	8,13	
	Máximo	9,85	
	Rango	1,72	
	Rango intercuartil	,30	
	Asimetría	-,702	
	Curtosis	2,534	
	20%	Media	108,056
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	105,749
		Límite superior	110,362
Media recortada al 5%		107,978	
Mediana		108,100	
Varianza		,090	
Desviación estándar		,30009	
Mínimo		10,30	
Máximo		11,45	
Rango		1,15	
Rango intercuartil		,21	
Asimetría		,794	

	Curtosis	3,314	
30%	Media	122,789	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	120,160
		Límite superior	125,418
	Media recortada al 5%	122,654	
	Mediana	122,100	
	Varianza	,117	
	Desviación estándar	,34203	
	Mínimo	11,84	
	Máximo	12,96	
	Rango	1,12	
	Rango intercuartil	,39	
	Asimetría	1,158	
	Curtosis	1,048	
	40%	Media	141,300
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	140,074
		Límite superior	142,526
Media recortada al 5%		141,261	
Mediana		141,100	
Varianza		,025	
Desviación estándar		,15953	
Mínimo		13,95	
Máximo		14,38	
Rango		,43	
Rango intercuartil		,30	
Asimetría		,321	
Curtosis		-1,447	
50%		Media	157,533
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	151,676
		Límite superior	163,391
	Media recortada al 5%	157,287	

	Mediana	157,600
	Varianza	,581
	Desviación estándar	,76202
	Mínimo	14,86
	Máximo	17,09
	Rango	2,23
	Rango intercuartil	1,24
	Asimetría	,490
	Curtosis	-,827
60%	Media	181,456
	95% de intervalo de confianza para la media	173,067
	Límite inferior	
	Límite superior	189,845
	Media recortada al 5%	180,778
	Mediana	180,300
	Varianza	1,191
	Desviación estándar	109,137
	Mínimo	17,06
	Máximo	20,45
	Rango	3,39
	Rango intercuartil	1,52
	Asimetría	1,203
	Curtosis	1,421
70%	Media	205,978
	95% de intervalo de confianza para la media	200,615
	Límite inferior	
	Límite superior	211,340
	Media recortada al 5%	205,736
	Mediana	203,400
	Varianza	,487
	Desviación estándar	,69763
	Mínimo	19,93
	Máximo	21,70
	Rango	1,77
	Rango intercuartil	1,34

	Asimetría	,735
	Curtosis	-1,066
80%	Media	219,589
	95% de intervalo de confianza para la media	216,653
	Límite inferior	
	Límite superior	222,525
	Media recortada al 5%	219,493
	Mediana	219,600
	Varianza	,146
	Desviación estándar	,38198
	Mínimo	21,54
	Máximo	22,55
	Rango	1,01
	Rango intercuartil	,71
	Asimetría	,567
	Curtosis	-1,210
90%	Media	251,056
	95% de intervalo de confianza para la media	246,509
	Límite inferior	
	Límite superior	255,602
	Media recortada al 5%	251,067
	Mediana	253,100
	Varianza	,350
	Desviación estándar	,59142
	Mínimo	24,36
	Máximo	25,83
	Rango	1,47
	Rango intercuartil	1,24
	Asimetría	-,145
	Curtosis	-1,892
100%	Media	283,811
	95% de intervalo de confianza para la media	277,191
	Límite inferior	
	Límite superior	290,431

	Media recortada al 5%	284,135
	Mediana	284,000
	Varianza	,742
	Desviación estándar	,86123
	Mínimo	26,53
	Máximo	29,65
	Rango	3,12
	Rango intercuartil	,78
	Asimetría	-1,032
	Curtosis	2,563
<hr/>		
Control (+)	Media	173,956
	95% de intervalo de confianza para la media	168,352
		Límite inferior
		Límite superior
		179,559
	Media recortada al 5%	173,840
	Mediana	175,000
	Varianza	,531
	Desviación estándar	,72899
	Mínimo	16,34
	Máximo	18,66
	Rango	2,32
	Rango intercuartil	1,16
	Asimetría	,215
	Curtosis	-,283

Fuente: SPSS versión 27.0

ANEXO 08

Comparación de la actividad antimicótica del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* y Nistatina en relación con *Candida albicans* ATCC 10231.

1) Planteamiento de la hipótesis

H_0 : No existe diferencia entre la actividad antimicótica del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* y Nistatina en relación con *Candida albicans* ATCC 10231.

H_1 : Existe diferencia entre la actividad antimicótica del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* y Nistatina en relación con *Candida albicans* ATCC 10231.

2) Nivel de significancia

$\alpha = 5\% = 0,05$

3) Estadístico de prueba

Tabla N°23

ANOVA

Porcentajes (%)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	536,563	6	89,427	97,256	0,001
Dentro de grupos	51,492	56	0,920		
Total	588,055	62			

Fuente: SPSS versión 27.0.

$$F_c = 97,256 \quad p = 0,001$$

4) Decisión

Como $p\text{-valor}=0.001$ es menor al nivel de significancia $\alpha=0.05$; entonces se rechaza H_0 .

5) Conclusión

Al nivel del 5% de significancia se concluye que existe diferencia entre la actividad antimicótica del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* y Nistatina en relación con *Candida albicans* ATCC 10231.

Tabla N° 24. Prueba de comparaciones múltiples de Games-Howell de la comparación de medias de los halos de inhibición (mm) según las concentraciones en porcentajes.

Variable dependiente:
Games-Howell

(I) Porcentajes		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
10%	20%	-0.66778	0.20821	0.068	-	0.0354
	30%	-2,33667*	0.21696	0.000	1.3709	-1.6075
	40%	-2,51889*	0.31234	0.000	3.0658	-1.4442
	50%	-6,31778*	0.74637	0.000	3.5936	-3.5360
	60%	-8,73667*	0.26952	0.000	9.0996	-7.8253
	Control (+)	-2,02222*	0.17849	0.000	9.6481	-1.3861
20%	10%	0.66778	0.20821	0.068	2.6583	1.3709
	30%	-1,66889*	0.19149	0.000	0.0354	-1.0261
	40%	-1,85111*	0.29522	0.001	2.3116	-0.8107
	50%	-5,65000*	0.73937	0.001	2.8916	-2.8702
					8.4298	

	60%	-8,06889*	0.24948	0.000	-	-7.2083
	Control (+)	-1,35444*	0.14648	0.000	8.9295	-0.8449
30%	10%	2,33667*	0.21696	0.000	1.6075	3.0658
	20%	1,66889*	0.19149	0.000	1.0261	2.3116
	40%	-0.18222	0.30145	0.995	-	0.8695
	50%	-3,98111*	0.74188	0.006	1.2339	-1.2007
	60%	-6,40000*	0.25682	0.000	-	-5.5222
	Control (+)	0.31444	0.15866	0.471	7.2778	0.8720
40%	10%	2,51889*	0.31234	0.000	-	3.5936
	20%	1,85111*	0.29522	0.001	1.4442	2.8916
	30%	0.18222	0.30145	0.995	0.8107	1.2339
	50%	-3,79889*	0.77516	0.008	-	0.8695
	60%	-6,21778*	0.34124	0.000	-	-0.9958
	Control (+)	0.49667	0.27507	0.574	6.6020	1.5136
50%	10%	6,31778*	0.74637	0.000	-	9.0996
	20%	5,65000*	0.73937	0.001	3.5360	8.4298
	30%	3,98111*	0.74188	0.006	2.8702	6.7615
	40%	3,79889*	0.77516	0.008	1.2007	6.6020
	60%	-2.41889	0.75892	0.101	0.9958	0.3697
	Control (+)	4,29556*	0.73156	0.004	-	5.2075
60%	10%	8,73667*	0.26952	0.000	1.5161	7.0750
	20%	8,06889*	0.24948	0.000	7.8253	9.6481
	30%	6,40000*	0.25682	0.000	7.2083	8.9295
	40%	6,21778*	0.34124	0.000	5.5222	7.2778
	50%	2.41889	0.75892	0.101	5.0671	7.3685
	Control (+)	6,71444*	0.22527	0.000	-	5.2075
Control (+)	10%	2,02222*	0.17849	0.000	5.8933	7.5356
	20%	1,35444*	0.14648	0.000	1.3861	2.6583
	30%	-0.31444	0.15866	0.471	0.8449	1.8640
					-	0.2432
					0.8720	

40%	-0.49667	0.27507	0.574	-	0.5202
50%	-4,29556*	0.73156	0.004	1.5136	-1.5161
60%	-6,71444*	0.22527	0.000	7.0750	-5.8933
				-	7.5356

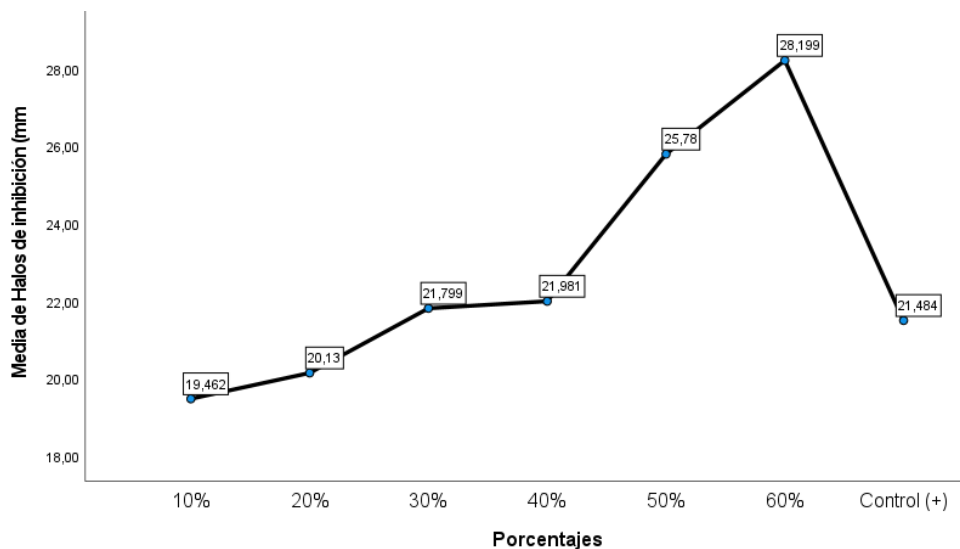
*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: SPSS versión 27.0

Según la tabla 24 se puede observar las comparaciones múltiples entre cada tratamiento de las concentraciones actividad antimicótica del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* y Nistatina en relación con *Candida albicans* ATCC 10231.

Se observa que los porcentajes 10%; 20%; 50% y 60% son estadísticamente significativos con relación al control positivo (Nistatina).

Figura 18. Gráfico de medias de los halos de inhibición de las concentraciones en porcentajes (%).



ANEXO 09

Comparación de la actividad antibacteriana del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* y Ciprofloxacino en relación con *Enterococcus faecalis* ATCC 29212.

1) Planteamiento de la hipótesis

H_0 : No existe diferencia entre la actividad antibacteriana del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* y Ciprofloxacino en relación con *Enterococcus faecalis* ATCC 29212.

H_1 : Existe diferencia entre la actividad antibacteriana del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* y Ciprofloxacino en relación con *Enterococcus faecalis* ATCC 29212.

2) Nivel de significancia

$\alpha = 5\% = 0,05$

3) Estadístico de prueba

Tabla N°25

ANOVA

Porcentajes (%)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3271,388	10	327,139	804,951	0,001
Dentro de grupos	35,764	88	0,406		
Total	3307,152	62			

Fuente: SPSS versión 27.0.

$$F_c = 804,139 \quad p = 0,001$$

4) Decisión

Como $p\text{-valor}=0.001$ es menor al nivel de significancia $\alpha=0.05$; entonces se rechaza H_0 .

5) Conclusión

Al nivel del 5% de significancia se concluye que existe diferencia entre la actividad antibacteriana del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* y Ciprofloxacino en relación con *Enterococcus faecalis* ATCC 29212.

Tabla N°26. Prueba de comparaciones múltiples de Games-Howell de la comparación de medias de los halos de inhibición (mm) según las concentraciones en porcentajes.

Variable dependiente:

Games-Howell

(I) Porcentajes		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
10%	20%	-1,73000*	0.18281	0.000	-2.4251	-1.0349
	30%	-3,20333*	0.19082	0.000	-3.9208	-2.4859
	40%	-5,05444*	0.16199	0.000	-5.7113	-4.3976
	50%	-6,67778*	0.29654	0.000	-7.8145	-5.5410
	60%	-9,07000*	0.39466	0.000	-10.6419	-7.4981
	70%	-11,52222*	0.27837	0.000	-12.5800	-10.4644
	80%	-12,88333*	0.19906	0.000	-13.6266	-12.1400
	90%	-16,03000*	0.24956	0.000	-16.9656	-15.0944
	100%	-19,30556*	0.32531	0.000	-20.5690	-18.0421
	Control (+)	-8,32000*	0.28716	0.000	-9.4159	-7.2241
20%	10%	1,73000*	0.18281	0.000	1.0349	2.4251
	30%	-1,47333*	0.15167	0.000	-2.0384	-0.9083
	40%	-3,32444*	0.11329	0.000	-3.7646	-2.8843
	50%	-4,94778*	0.27299	0.000	-6.0422	-3.8534
	60%	-7,34000*	0.37729	0.000	-8.8966	-5.7834
	70%	-9,79222*	0.25315	0.000	-10.7982	-8.7862

	80%	-11,15333*	0.16192	0.000	-11.7599	-10.5467
	90%	-14,30000*	0.22107	0.000	-15.1632	-13.4368
	100%	-17,57556*	0.30400	0.000	-18.8079	-16.3432
	Control (+)	-6,59000*	0.26278	0.000	-7.6389	-5.5411
30%	10%	3,20333*	0.19082	0.000	2.4859	3.9208
	20%	1,47333*	0.15167	0.000	0.9083	2.0384
	40%	-1,85111*	0.12580	0.000	-2.3468	-1.3554
	50%	-3,47444*	0.27842	0.000	-4.5760	-2.3729
	60%	-5,86667*	0.38124	0.000	-7.4253	-4.3080
	70%	-8,31889*	0.25899	0.000	-9.3340	-7.3038
	80%	-9,68000*	0.17091	0.000	-10.3163	-9.0437
	90%	-12,82667*	0.22773	0.000	-13.7034	-11.9499
	100%	-16,10222*	0.30889	0.000	-17.3395	-14.8649
	Control (+)	-5,11667*	0.26841	0.000	-6.1737	-4.0597
40%	10%	5,05444*	0.16199	0.000	4.3976	5.7113
	20%	3,32444*	0.11329	0.000	2.8843	3.7646
	30%	1,85111*	0.12580	0.000	1.3554	2.3468
	50%	-1,62333*	0.25951	0.004	-2.7093	-0.5374
	60%	-4,01556*	0.36765	0.000	-5.5712	-2.4599
	70%	-6,46778*	0.23855	0.000	-7.4620	-5.4735
	80%	-7,82889*	0.13799	0.000	-8.3789	-7.2789
	90%	-10,97556*	0.20419	0.000	-11.8190	-10.1321
	100%	-14,25111*	0.29196	0.000	-15.4784	-13.0238
	Control (+)	-3,26556*	0.24875	0.000	-4.3044	-2.2267
50%	10%	6,67778*	0.29654	0.000	5.5410	7.8145
	20%	4,94778*	0.27299	0.000	3.8534	6.0422
	30%	3,47444*	0.27842	0.000	2.3729	4.5760
	40%	1,62333*	0.25951	0.004	0.5374	2.7093
	60%	-2,39222*	0.44369	0.003	-4.0692	-0.7152
	70%	-4,84444*	0.34438	0.000	-6.1257	-3.5632
	80%	-6,20556*	0.28413	0.000	-7.3165	-5.0946
	90%	-9,35222*	0.32153	0.000	-10.5577	-8.1468
	100%	-12,62778*	0.38332	0.000	-14.0554	-11.2002
	Control (+)	-1,64222*	0.35152	0.008	-2.9490	-0.3354
60%	10%	9,07000*	0.39466	0.000	7.4981	10.6419
	20%	7,34000*	0.37729	0.000	5.7834	8.8966

	30%	5,86667*	0.38124	0.000	4.3080	7.4253
	40%	4,01556*	0.36765	0.000	2.4599	5.5712
	50%	2,39222*	0.44369	0.003	0.7152	4.0692
	70%	-2,45222*	0.43176	0.002	-4.0975	-0.8069
	80%	-3,81333*	0.38543	0.000	-5.3752	-2.2515
	90%	-6,96000*	0.41377	0.000	-8.5642	-5.3558
	100%	-10,23556*	0.46342	0.000	-11.9711	-8.5000
	Control (+)	0.75000	0.43748	0.807	-0.9101	2.4101
70%	10%	11,52222*	0.27837	0.000	10.4644	12.5800
	20%	9,79222*	0.25315	0.000	8.7862	10.7982
	30%	8,31889*	0.25899	0.000	7.3038	9.3340
	40%	6,46778*	0.23855	0.000	5.4735	7.4620
	50%	4,84444*	0.34438	0.000	3.5632	6.1257
	60%	2,45222*	0.43176	0.002	0.8069	4.0975
	80%	-1,36111*	0.26512	0.006	-2.3878	-0.3344
	90%	-4,50778*	0.30486	0.000	-5.6451	-3.3704
	100%	-7,78333*	0.36944	0.000	-9.1648	-6.4019
	Control (+)	3,20222*	0.33634	0.000	1.9519	4.4526
80%	10%	12,88333*	0.19906	0.000	12.1400	13.6266
	20%	11,15333*	0.16192	0.000	10.5467	11.7599
	30%	9,68000*	0.17091	0.000	9.0437	10.3163
	40%	7,82889*	0.13799	0.000	7.2789	8.3789
	50%	6,20556*	0.28413	0.000	5.0946	7.3165
	60%	3,81333*	0.38543	0.000	2.2515	5.3752
	70%	1,36111*	0.26512	0.006	0.3344	2.3878
	90%	-3,14667*	0.23468	0.000	-4.0401	-2.2533
	100%	-6,42222*	0.31405	0.000	-7.6663	-5.1782
	Control (+)	4,56333*	0.27434	0.000	3.4959	5.6308
90%	10%	16,03000*	0.24956	0.000	15.0944	16.9656
	20%	14,30000*	0.22107	0.000	13.4368	15.1632
	30%	12,82667*	0.22773	0.000	11.9499	13.7034
	40%	10,97556*	0.20419	0.000	10.1321	11.8190
	50%	9,35222*	0.32153	0.000	8.1468	10.5577
	60%	6,96000*	0.41377	0.000	5.3558	8.5642
	70%	4,50778*	0.30486	0.000	3.3704	5.6451
	80%	3,14667*	0.23468	0.000	2.2533	4.0401

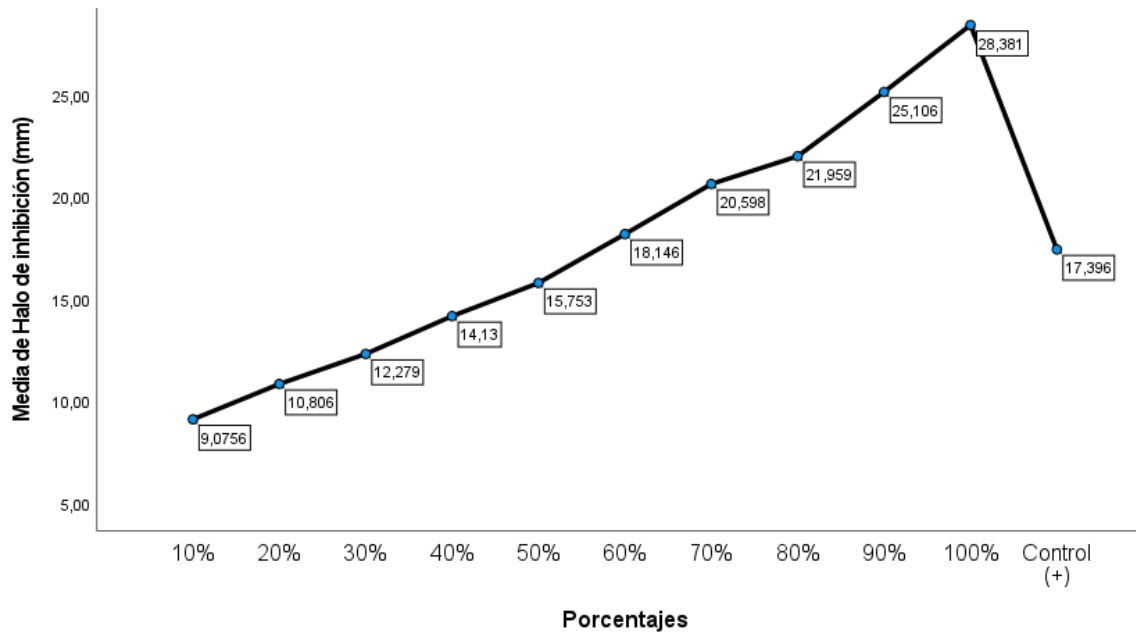
	100%	-3,27556*	0.34825	0.000	-4.5937	-1.9574
	Control (+)	7,71000*	0.31291	0.000	6.5400	8.8800
100%	10%	19,30556*	0.32531	0.000	18.0421	20.5690
	20%	17,57556*	0.30400	0.000	16.3432	18.8079
	30%	16,10222*	0.30889	0.000	14.8649	17.3395
	40%	14,25111*	0.29196	0.000	13.0238	15.4784
	50%	12,62778*	0.38332	0.000	11.2002	14.0554
	60%	10,23556*	0.46342	0.000	8.5000	11.9711
	70%	7,78333*	0.36944	0.000	6.4019	9.1648
	80%	6,42222*	0.31405	0.000	5.1782	7.6663
	90%	3,27556*	0.34825	0.000	1.9574	4.5937
	Control (+)	10,98556*	0.37611	0.000	9.5823	12.3888
Control (+)	10%	8,32000*	0.28716	0.000	7.2241	9.4159
	20%	6,59000*	0.26278	0.000	5.5411	7.6389
	30%	5,11667*	0.26841	0.000	4.0597	6.1737
	40%	3,26556*	0.24875	0.000	2.2267	4.3044
	50%	1,64222*	0.35152	0.008	0.3354	2.9490
	60%	-0.75000	0.43748	0.807	-2.4101	0.9101
	70%	-3,20222*	0.33634	0.000	-4.4526	-1.9519
	80%	-4,56333*	0.27434	0.000	-5.6308	-3.4959
	90%	-7,71000*	0.31291	0.000	-8.8800	-6.5400
	100%	-10,98556*	0.37611	0.000	-12.3888	-9.5823

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: SPSS versión 27.0

Según la tabla 26 se puede observar las comparaciones múltiples entre cada tratamiento de las concentraciones actividad antibacteriana del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* y Ciprofloxacino en relación con *Enterococcus faecalis* ATCC 29212. Se observa que los porcentajes 10%; 20%; 30%; 40%; 50%; 70%; 80%; 90% y 100% son estadísticamente significativos con relación al control positivo (Ciprofloxacino).

Figura 19. Gráfico de medias de los halos de inhibición de las concentraciones en porcentajes (%)



En la Figura 19, el ciprofloxacino con media del halo de inhibición de 17.396 mm, indica que posee diferencia significativa con los porcentajes de concentración (%) del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* del 10 % al 100 % y por lo tanto son estadísticamente significativos.

GALERÍA DE FOTOGRAFÍAS



Figura 5-6. Muestra vegetal de *Xenophyllum poposum*



Figura 7-8. Extracción por arrastre de vapor del aceite esencial de *Xenophyllum poposum*

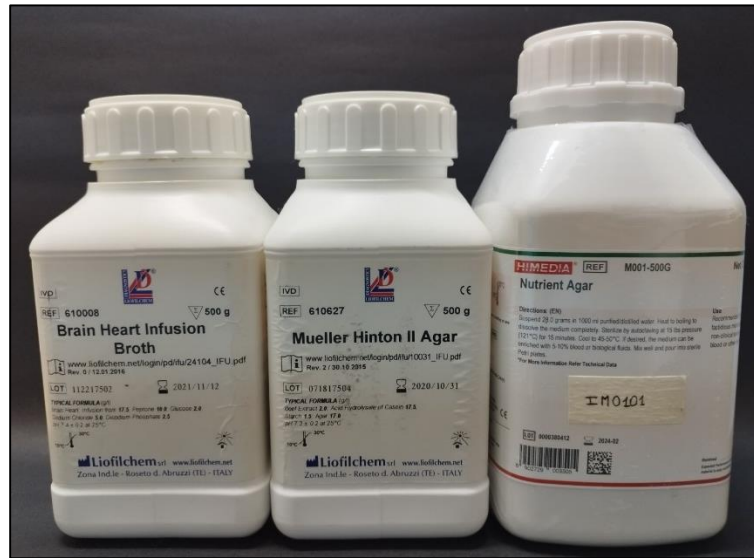


Figura 9. Medios de cultivo utilizados

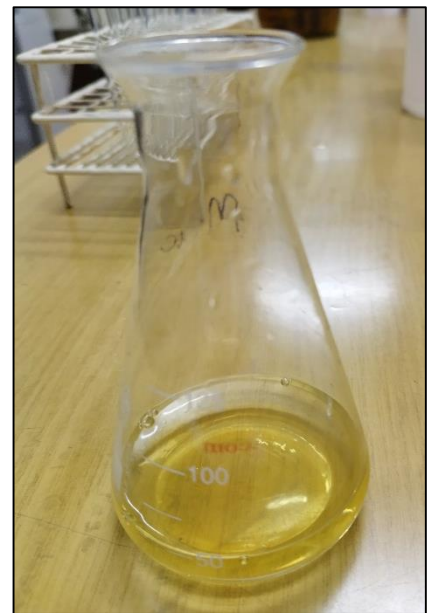


Figura 10-11. Preparación de medios de cultivo



Figura 12. Activación de la cepa microbiana de *Candida albicans* ATCC 10231

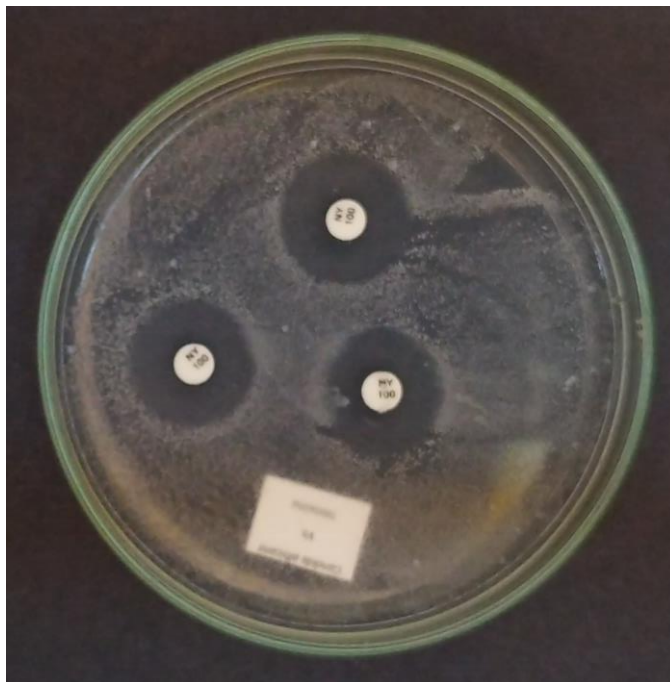


Figura 13. Halos representativos de la sensibilidad de *Candida albicans* frente al aceite esencial de *Xenophyllum poposum*

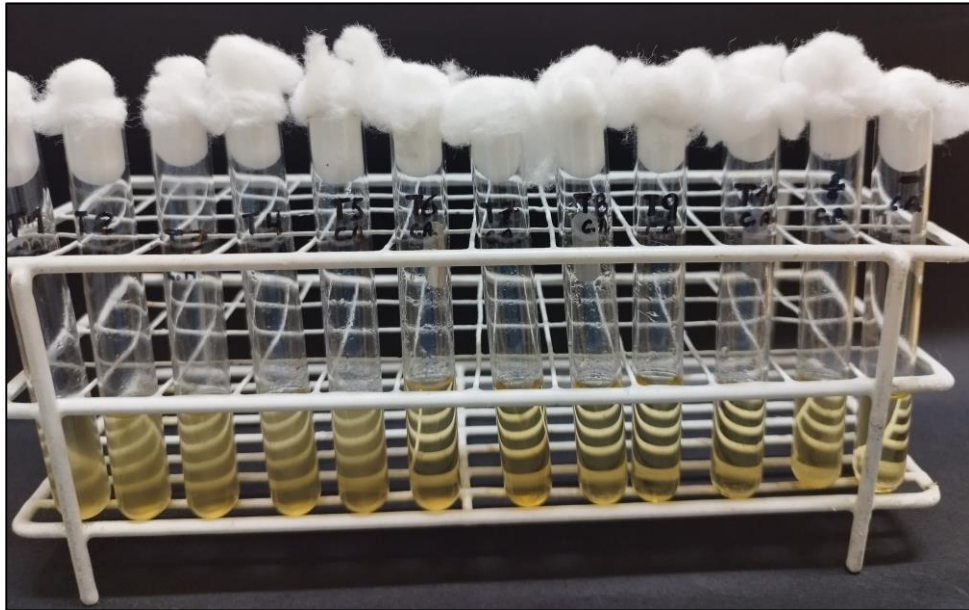


Figura 14. Concentración mínima inhibitoria (CMI) del aceite esencial de *X. poposum* frente a cepas microbianas de *Candida albicans* ATCC 10231

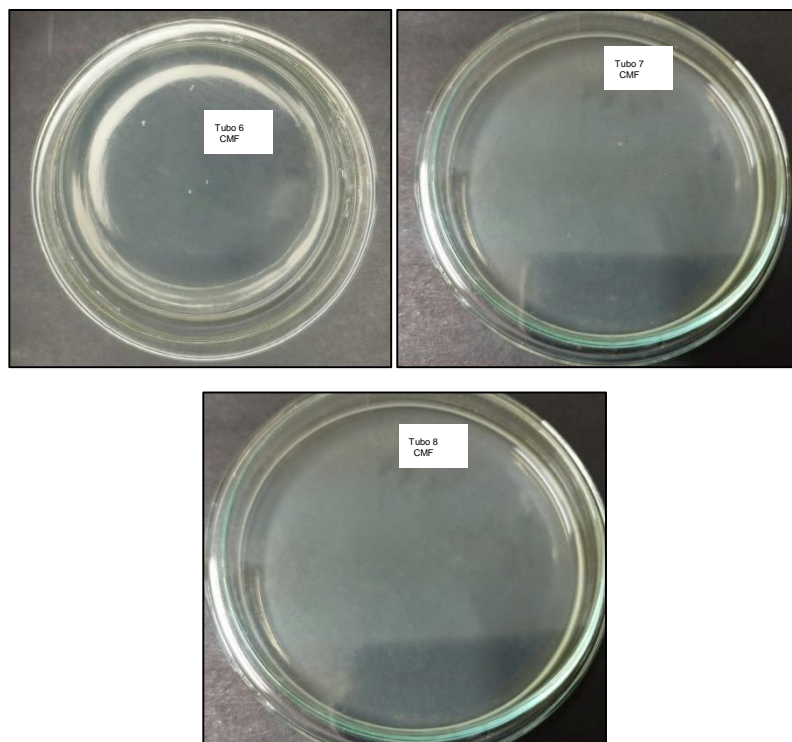


Figura 15. Unidades formadoras de colonias representativas de la prueba Concentración mínima fungicida (CMF)



Figura 16. Concentración mínima inhibitoria (CMI) del aceite esencial de *Xenophyllum poposum* frente a cepas microbianas de *Enterococcus faecalis*

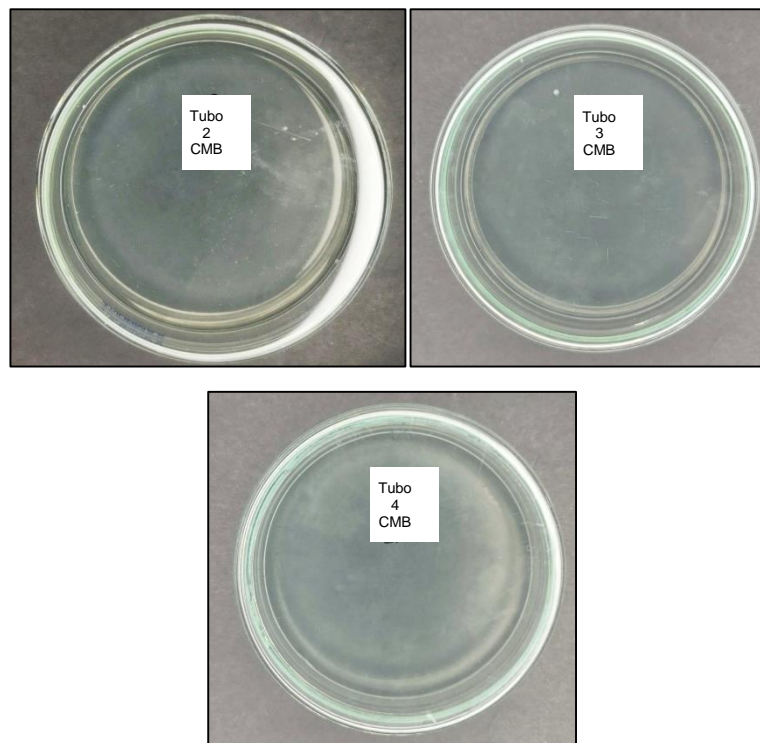


Figura 17. Unidades formadoras de colonias representativas de la prueba Concentración mínima bactericida (CMB)