

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias de la Salud

Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica

ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA *in vitro* DEL EXTRACTO ETANÓLICO

DE HOJAS DE BUGANVILIA (*Bougainvillea sp.*) FRENTE A

Escherichia coli* ATCC 8720, *Staphylococcus aureus

ATCC 6538 y *Candida albicans* ATCC 10231

TESIS

Presentada por:

Bach. Esther Elizam Pari Alave

Para optar el Título Profesional de:

QUÍMICO FARMACÉUTICO

TACNA – PERÚ

2025

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias de la Salud

Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica

**ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA *in vitro* DEL EXTRACTO ETANÓLICO
DE HOJAS DE BUGANVILIA (*Bougainvillea sp.*) FRENTE A
Escherichia coli ATCC 8720, *Staphylococcus
aureus* ATCC 6538 Y *Candida albicans*
ATCC 10231**

TESIS

Presentada por:

Bach. ESTHER ELIZAM PARI ALAVE

Para optar el Título Profesional de:

QUÍMICO FARMACÉUTICO

Aprobada por UNANIMIDAD , ante el siguiente jurado.



Dra. Lourdes Adriana Luque Ramos
Presidenta



Mgr. Karla Nohely Ramos Cáceres
Miembro



Mgr. Juan Carlos Efraín Cervantes Zegarra
Miembro



M.Sc. Juan Carlos Efraín Cervantes Zegarra
Asesor

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, **Mgr. Juan Carlos Efraín Cervantes Zegarra**, en mi condición de asesor acreditado por la Resolución de Facultad N° **13088-2024-FACS-UNJBG**, de la tesis de investigación titulada: **“ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA *in vitro* DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE HOJAS DE BUGANVILIA (*Bougainvillea sp.*) FRENTE A *Escherichia coli* ATCC 8720, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 Y *Candida albicans* ATCC 10231”**, presentada por la bachiller **ESTHER ELIZAM PARI ALAVE**, 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 **09%**.

Por lo que, **CERTIFICO LA SIMILARIDAD** de la ESCALA DE SIMILITUD de la tesis, esta de acuerdo al nivel PERMITIDO para continuar con los trámites correspondientes y para su publicación en el repositorio institucional.

Se emite el presente certificado que pueden continuar con los trámites respectivos para su obtención del Título Profesional.

Tacna, 29 de octubre del 2025

FIRMA ASESOR
Mgr. Juan Carlos Efraín Cervantes Zegarra
DNI: 00797995



FIRMA TESISTA
Bach. Esther Elizam Pari Alave
DNI: 70847523



DEDICATORIA

“Esta tesis se la dedico a Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.”

AGRADECIMIENTO

“A mi familia, quienes por ellos soy lo que soy. Para mis padres, por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles y por brindarme los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos. A mis hermanos, por estar siempre presentes, acompañándome para poderme realizar.”

ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1 Descripción del problema	3
1.2 Formulación del problema	
1.2.1 Problema principal	5
1.2.2 Problemas específicos	5
1.3 Justificación e importancia de la investigación	6
1.4 Alcances y limitaciones	6
1.5 Objetivos	
1.5.1 Objetivo general	7
1.5.2 Objetivos específicos	7
1.6 Hipótesis	
1.6.1 Hipótesis general	8
1.6.2 Hipótesis específicas	8
1.7 Variables	
1.7.1 Variable independiente	9
1.7.2 Variable dependiente	9
1.7.3 Indicadores	9
1.7.4 Definición operacional de las variables	10
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes del estudio	11

2.2	Bases teóricas	15
2.2.1	Buganvilia	15
2.2.2	Extracto vegetal	19
2.2.3	<i>Staphylococcus aureus</i>	20
2.2.4	<i>Escherichia coli</i>	21
2.2.5	<i>Candida albicans</i>	21
2.2.6	Método de Kirby-Bauer o de difusión de disco	23
2.2.7	Concentración mínima inhibitoria (CMI)	24
2.2.8	Concentración mínima bactericida (CMB)	25
2.2.9	Concentración mínima fungicida (CMF)	26
2.2.10	Prueba estadística F de análisis de varianza (ANOVA)	26
2.3	Definición de términos	27
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO		
3.1	Tipo, diseño y nivel de la investigación	
3.1.1	Tipo y diseño de la investigación	29
3.1.2	Nivel de la investigación	29
3.2	Población, muestra y muestreo	30
3.3	Materiales e instrumentos	
3.3.1	Materiales	30
3.3.2	Equipos e instrumentos	31
3.3.3	Insumos y reactivos	32
3.4	Procedimiento experimental	
3.4.1	Recolección de muestras de hojas de buganvilia	33
3.4.2	Tratamiento de las muestras	33
3.4.3	Certificación de la especie de buganvilia	33
3.4.4	Extracción con etanol de las hojas de buganvilia	34
3.4.5	Ensayo <i>in vitro</i> de la actividad antimicrobiana del extracto etanólico las hojas de buganvilia	34
3.4.5.1	Preparación microbiana del inóculo	36
3.4.5.2	Preparación de la solución madre	36

3.4.5.3 Preparación de las diluciones antimicrobianas	36
3.4.5.4 Determinación del halo de inhibición por el método de Kirby-Bauer	37
3.4.5.5 Determinación de la concentración mínima inhibitoria	39
3.4.5.6 Determinación de la concentración mínima bactericida	39
3.4.5.7 Determinación de la concentración mínima fungicida	40
3.5 Técnicas de análisis de datos	41
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	42
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	61
CONCLUSIONES	71
RECOMENDACIONES	72
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
ANEXOS	81

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Definición operacional de las variables.	10
Tabla 2. Actividad antimicrobiana in vitro del extracto etanólico de hojas de buganvilia (<i>Bougainvillea sp.</i>) frente a <i>Escherichia coli</i> ATCC 8720, <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538 y <i>Candida albicans</i> ATCC 10231.	42
Tabla 3. Halo de inhibición del extracto etanólico de hojas de buganvilia (<i>Bougainvillea sp.</i>) frente a <i>Escherichia coli</i> ATCC 8720, <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538 y <i>Candida albicans</i> ATCC 10231.	43
Tabla 4. Halo de inhibición del extracto etanólico de hojas de buganvilia frente a <i>Escherichia coli</i> ATCC 8720.	45
Tabla 5. Halo de inhibición del extracto etanólico de hojas de buganvilia frente a <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538.	47
Tabla 6. Halo de inhibición del extracto etanólico de hojas de buganvilia frente a <i>Candida albicans</i> ATCC 10231.	49
Tabla 7. Concentración mínima inhibitoria (CMI) del extracto etanólico de hojas de buganvilia (<i>Bougainvillea sp.</i>) frente a <i>Candida albicans</i> ATCC 10231.	51
Tabla 8. Concentración mínima fungicida (CMF) del extracto etanólico de hojas de buganvilia (<i>Bougainvillea sp.</i>) frente a <i>Candida albicans</i> ATCC 10231.	52
Tabla 9. Prueba ANOVA de un factor para comprobar la actividad antimicrobiana in vitro frente a <i>Escherichia coli</i> ATCC 8720, <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538 y <i>Candida albicans</i> ATCC 10231.	54

Tabla 10. Prueba de comparaciones múltiples de los halos de inhibición del extracto etanólico de hojas de buganvilia (<i>Bougainvillea sp.</i>) frente a <i>Escherichia coli</i> ATCC 8720, <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538 y <i>Candida albicans</i> ATCC 10231.	55
Tabla 11. Prueba ANOVA de un factor para comprobar la producción <i>in vitro</i> de un halo de inhibición frente a <i>Escherichia coli</i> ATCC 8720.	57
Tabla 12. Prueba ANOVA de un factor para comprobar la inhibición <i>in vitro</i> el crecimiento de <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538.	58
Tabla 13. Prueba ANOVA de un factor para comprobar la eliminación <i>in vitro</i> del crecimiento de <i>Candida albicans</i> ATCC 10231.	59
Tabla 14. Prueba de Subconjunto de Tukey del extracto etanólico de hojas de buganvilia (<i>Bougainvillea sp.</i>) en la eliminación <i>in vitro</i> del crecimiento de <i>Candida albicans</i> ATCC 10231.	60

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1. Comparaciones entre los halos de inhibición del extracto etanólico de hojas de buganvilia (<i>Bougainvillea sp.</i>) frente a <i>Escherichia coli</i> ATCC 8720, <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538 y <i>Candida albicans</i> ATCC 10231.	44
Gráfico 2. Halos de inhibición del extracto etanólico de hojas de buganvilia (<i>Bougainvillea sp.</i>) frente a <i>Escherichia coli</i> ATCC 8720.	46
Gráfico 3. Halos de inhibición del extracto etanólico de hojas de buganvilia (<i>Bougainvillea sp.</i>) frente a <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538.	48
Gráfico 4. Halos de inhibición del extracto etanólico de hojas de buganvilia (<i>Bougainvillea sp.</i>) frente a <i>Candida albicans</i> ATCC 10231.	50

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Limpieza de las muestras de hojas de buganvilia.	82
Anexo 2. Constancia de identificación taxonómica de la especie de buganvilia.	83
Anexo 3. Preparación del macerado de hojas pulverizadas de buganvilia.	84
Anexo 4. Extracto en proceso de maceración.	85
Anexo 5. Limpieza y esterilización del material de vidrio.	86
Anexo 6. Filtración del macerado.	87
Anexo 7. Extracto etanólico seco.	88
Anexo 8. Inactivación y esterilización de los discos de inhibición.	89
Anexo 9. Agares empleados.	90
Anexo 10. Preparación del caldo BHI.	91
Anexo 11. Inoculación de las cepas microbianas en caldo BHI.	92
Anexo 12. Placas inoculadas previo a la incubación.	93
Anexo 13. Placas listas para la lectura del diámetro de los halos.	94
Anexo 14. Ensayo de determinación de la CMI y CMF.	95
Anexo 15. Actividad antifúngica del extracto de etanólico de buganvilia frente a <i>Candida albicans</i> .	96

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la actividad antimicrobiana *in vitro* del extracto etanólico de hojas de buganvilla (*Bougainvillea sp.*) frente a *Escherichia coli* ATCC 8720, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 y *Candida albicans* ATCC 10231. El estudio es de tipo Experimental, Prospectivo, Transversal y Analítico, de nivel Exploratorio, en el cual la muestra fue tomada de una de las plantas de buganvilla que crecen en el distrito de Calana, seleccionada de forma aleatoria, cuyas hojas fueron procesadas de forma selectiva, trituradas y maceradas en etanol al 70% por 45 días. El extracto etanólico obtenido se diluyó en 10 concentraciones proporcionales del 10 al 100% mg/mL para determinar de manera *in vitro* la actividad antimicrobiana frente a las tres cepas. Se observó que, frente a *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*, con respecto a los halos fueron menores a 6, mientras que frente a *Candida albicans* llegó a una media de 35,38 y 50,29 mm para las concentraciones de 90 y 100% respectivamente. Frente a *Candida albicans* ATCC 10231, la concentración mínima inhibitoria (CMI) fue del 85,60% (14 mg) y la concentración mínima fungicida (CMF) fue del 86,70% (14,2 mg), concluyendo que el extracto etanólico de hojas de buganvilla (*Bougainvillea sp.*) sólo posee actividad antifúngica frente a *Candida albicans*.

Palabras clave: Extracto etanólico, Halo de inhibición, CMI, CMF.

ABSTRACT

This investigation aimed to determine the *in vitro* antimicrobial activity of the ethanolic extract of bougainvillea leaves (*Bougainvillea* sp.) against *Escherichia coli* ATCC 8720, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 and *Candida albicans* ATCC 10231. The study is Experimental, Prospective, Cross-sectional and Analytical, Exploratory level, in which the sample was taken from one of the bougainvillea plants that grow in the district of Calana, selected randomly, whose leaves were selectively processed, crushed and macerated in 70% ethanol for 45 days. The ethanolic extract obtained was diluted in 10 proportional concentrations from 10 to 100% mg / mL and its *in vitro* activity against three microorganisms was determined. It was observed that against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* the diameters of the inhibition halos were less than 6, while against *Candida albicans* it reached an average of 35.38 and 50.29 mm for concentrations of 90 and 100% respectively. Against *Candida albicans* ATCC 10231, the minimum inhibitory concentration (MIC) was 85.60% (14 mg) and the minimum fungicidal concentration (MFC) was 86.70% (14.2 mg), concluding that the ethanolic extract of bougainvillea leaves (*Bougainvillea* sp.) has antifungal activity against *Candida albicans*.

Keywords: Ethanolic extract, Inhibition halo, MIC, MFC.

INTRODUCCIÓN

Muchas plantas medicinales y tratamientos tradicionales poseen propiedades terapéuticas comparables a medicamentos convencionales, pero con menos efectos secundarios. Estudios sobre la buganvilla indican que sus hojas tienen propiedades antimicrobianas, antiulcerosas y antidiarreica (2). Se sabe que la planta contiene pinitol, betacianina, flavonoides, taninos y alcaloides, los cuales confieren a sus hojas conocidos efectos antiinflamatorios (1).

Las enfermedades infecciosas son un grave problema de salud y la principal causa de muerte global. La resistencia microbiana a antibióticos y los efectos nocivos del uso prolongado han fomentado la búsqueda de antimicrobianos seguros. Históricamente, se han usado extractos de plantas para tratar enfermedades infecciosas las cuales han dado origen a los medicamentos que actualmente utilizamos (5).

El propósito del estudio será evaluar la actividad antimicrobiana in vitro del extracto etanólico de hojas de buganvilla (*Bougainvillea sp.*) frente a *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Candida albicans*.

El informe se compone de un total de seis capítulos, donde el primer capítulo está específicamente enfocado en la identificación y definición del problema en cuestión, así como en su formulación adecuada, la justificación de su relevancia y los objetivos que se pretenden alcanzar a lo largo del estudio. El segundo capítulo de esta investigación se dedica a

introducir y desarrollar el marco teórico que sustenta el trabajo, abarcando no solo los antecedentes relevantes que contextualizan el tema, sino también las bases teóricas fundamentales y una serie de definiciones clave que son esenciales para la comprensión del estudio que se está llevando a cabo. En el tercer capítulo de este estudio, se lleva a cabo la exposición de las distintas hipótesis planteadas, así como la operacionalización de las variables que serán consideradas. Además, se detalla el tipo específico de investigación que se está realizando, se describe la población objeto de estudio y se explican las técnicas que se utilizarán para la recolección de datos, así como las metodologías previstas para su posterior análisis. El cuarto capítulo se dedica a la presentación detallada de los resultados obtenidos, así como a los cambios significativos que han surgido a lo largo del estudio. Además, se realiza una verificación exhaustiva de las hipótesis formuladas, las cuales sirven como fundamento para respaldar y justificar la interpretación de los hallazgos alcanzados durante la investigación. Finalmente, se ha llevado a cabo la inclusión de diversas secciones que abarcan las conclusiones extraídas, así como recomendaciones pertinentes, referencias bibliográficas utilizadas y anexos que contienen evidencias sustanciales provenientes de la investigación realizada.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La medicina tradicional ha ganado reconocimiento en la ciencia moderna debido a descubrimientos que han validado su eficacia y seguridad en ciertos contextos. Muchas plantas medicinales y tratamientos tradicionales han demostrado tener propiedades terapéuticas significativas, a veces equiparables a los medicamentos convencionales, pero con menos efectos secundarios (1).

Hoy en día, muchas de las casas de nuestra ciudad se adornan con los diversos colores de las brácteas de la buganvilla, así como de sus frágiles hojas. Esta especie, que no es propia de nuestra región, ha estado presente desde la fundación de esta ciudad y se le puede considerar como la flor emblema de Tacna. Debido a esta importancia es que nace el interés por estudiar si es que tiene alguna utilidad farmacéutica. Algunos estudios afirman que sus hojas tienen efecto antimicrobiano, antiulceroso y antidiarreico (2).

Entre los diversos compuestos que se han identificado como constituyentes de esta planta, podemos mencionar el pinitol, la betacianina, los flavonoides, los taninos y los alcaloides. Además, se

sostiene que las hojas de la planta presentan propiedades que pueden ayudar a reducir la inflamación (3).

Las enfermedades infecciosas constituyen un serio desafío para la salud pública y se consideran la principal causa de mortalidad a nivel mundial, afectando a millones de personas en diferentes regiones del planeta. La creciente resistencia que presentan los microorganismos frente a los antibióticos, así como los efectos perjudiciales que pueden resultar del uso prolongado de antimicrobianos, ha generado un impulso significativo hacia la búsqueda de medicamentos que sean más seguros y que ofrezcan una mejor eficacia en el tratamiento de infecciones (3).

La presente tesis se centra en determinar la actividad antimicrobiana *in vitro* que pueda tener las hojas de buganvilla frente a *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*, dos de las bacterias más representativas de cada grupo (gramnegativo y grampositivo respectivamente), y *Candida albicans* con el fin de ayudar al aprovechamiento de las hojas para futuras investigaciones en el desarrollo de fitofármacos.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema principal

¿Tendrá actividad antimicrobiana *in vitro* el extracto etanólico de hojas de buganvilia (*Bougainvillea sp.*) frente a *Escherichia coli* ATCC 8720, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 y *Candida albicans* ATCC 10231?

1.2.2. Problemas específicos

¿Tendrá actividad antibacteriana *in vitro* el extracto etanólico de hojas de buganvilia (*Bougainvillea sp.*) frente a *Escherichia coli* ATCC 8720?

¿Tendrá actividad antibacteriana *in vitro* el extracto etanólico de hojas de buganvilia (*Bougainvillea sp.*) frente a *Staphylococcus aureus* ATCC 6538?

¿Tendrá actividad antifúngica *in vitro* del extracto etanólico de hojas de buganvilia (*Bougainvillea sp.*) frente a *Candida albicans* ATCC 10231?

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

En nuestra ciudad, la buganvilia ornamenta las viviendas y plazas, son muy valoradas en nuestro país por sus diversos colores que se aprecian todo el año. El grupo al que nos referimos abarca una variedad de plantas que incluye no solo árboles y arbustos, sino también bejucos y lianas. En la mayoría de los casos, estas plantas se caracterizan por tener espinas. Una de las características que resulta más cautivadora y atractiva de esta planta es, sin duda, la notable presencia de brácteas que exhiben una gran variedad de colores vibrantes y llamativos. Estas brácteas pueden tener tonalidades que van desde el rosa y el amarillo hasta el fucsia, el violeta, el magenta, el anaranjado y el blanco, y pueden presentarse en versiones tanto de tonos claros como de colores intensamente saturados. Suelen formar arbustos, bejucos o lianas, usualmente con espinas, dejando en sus suelos la hojarasca, la cual puede tener un potencial uso terapéutico.

1.4. ALCANCES Y LIMITACIONES

Alcances

El presente estudio se enfoca en analizar el efecto antimicrobiano del extracto de buganvilia, mediante halos de inhibición, CMI, CMB y CMF frente a cepas de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Candida albicans*.

Limitaciones

La investigación fue limitada por la falta de medio de cultivo, otras cepas bacterianas, equipos y reactivos con los cuales poder realizar más pruebas fisicoquímicas y de análisis fitoquímico.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo general

Evaluar la actividad antimicrobiana *in vitro* del extracto etanólico de hojas de buganvilia (*Bougainvillea sp.*) frente a *Escherichia coli* ATCC 8720, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 y *Candida albicans* ATCC 10231.

1.5.2. Objetivos específicos

- ∞ Determinar el halo de inhibición del extracto etanólico de hojas de buganvilia (*Bougainvillea sp.*) frente a *Escherichia coli* ATCC 8720, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 y *Candida albicans* ATCC 10231.
- ∞ Determinar la concentración mínima inhibitoria (CMI) del extracto etanólico de hojas de buganvilia (*Bougainvillea sp.*) frente a *Escherichia coli* ATCC 8720, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 y *Candida albicans* ATCC 10231.
- ∞ Determinar la concentración mínima bactericida (CMB) del extracto etanólico de hojas de buganvilia (*Bougainvillea sp.*)

frente a *Escherichia coli* ATCC 8720 y *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 y la concentración mínima fungicida (CMF) frente a *Candida albicans* ATCC 10231.

1.6. HIPÓTESIS

1.6.1. Hipótesis general

El extracto etanólico de hojas de buganvilia (*Bougainvillea* sp.) posee actividad antimicrobiana *in vitro* frente a *Escherichia coli* ATCC 8720, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 y *Candida albicans* ATCC 10231.

1.6.2. Hipótesis específicas

- ∞ El extracto etanólico de hojas de buganvilia (*Bougainvillea* sp.) produce *in vitro* un halo de inhibición frente a *Escherichia coli* ATCC 8720, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 y *Candida albicans* ATCC 10231.
- ∞ El extracto etanólico de hojas de buganvilia (*Bougainvillea* sp.) inhibe *in vitro* el crecimiento de *Escherichia coli* ATCC 8720, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 y *Candida albicans* ATCC 10231.
- ∞ El extracto etanólico de hojas de buganvilia (*Bougainvillea* sp.) elimina *in vitro* a los microorganismos *Escherichia coli* ATCC 8720, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 y *Candida albicans* ATCC 10231.

1.7. VARIABLES

1.7.1. Variable independiente

Extracto etanólico de hojas de buganvilia (*Bougainvillea sp.*).

1.7.2. Variable dependiente

- Actividad antibacteriana *in vitro* del extracto etanólico de hojas de buganvilia (*Bougainvillea sp.*) frente a *Escherichia coli* ATCC 8720.
- Actividad antibacteriana *in vitro* del extracto etanólico de hojas de buganvilia (*Bougainvillea sp.*) frente a *Staphylococcus aureus* ATCC 6538.
- Actividad antifúngica *in vitro* del extracto etanólico de hojas de buganvilia (*Bougainvillea sp.*) frente a *Candida albicans* ATCC 10231.

1.7.3. Indicadores

- Concentración
- Diámetro de halo de inhibición
- Concentración mínima inhibitoria
- Concentración mínima bactericida
- Concentración mínima fungicida

1.7.4. Definición operacional de las variables

Tabla 1. Definición operacional de las variables.

Variable	Definición	Dimensión	Indicador	Escala
Variable independiente	Extracto etanólico de hojas de buganvilla (<i>Bougainvillea sp.</i>).	Cuantitativa	Concentración	Porcentaje masa/volumen.
	Extracto obtenido a partir de hojas desecadas por maceración en contacto con etanol al 70°.			
Variable dependiente	Actividad antimicrobiana <i>in vitro</i> del extracto etanólico de hojas de buganvilla (<i>Bougainvillea sp.</i>) frente a <i>Escherichia coli</i> ATCC 8720.	Cuantitativa	Diámetro de halo de inhibición.	Medido en mm.
		Semicuantitativa	Concentración mínima inhibitoria.	Nula (-) Sensible (+) Muy sensible (++) Sumamente sensible (+++)
	Actividad antimicrobiana <i>in vitro</i> del extracto etanólico de hojas de buganvilla (<i>Bougainvillea sp.</i>) frente a <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538.	Cuantitativa	Concentración mínima bactericida	Medido en mg/mL
		Cuantitativa	Diámetro de halo de inhibición.	Medido en mm.
	Actividad antimicrobiana <i>in vitro</i> del extracto etanólico de hojas de buganvilla (<i>Bougainvillea sp.</i>) frente a <i>Candida albicans</i> ATCC 6257.	Semicuantitativa	Concentración mínima inhibitoria.	Nula (-) Sensible (+) Muy sensible (++) Sumamente sensible (+++)
		Cuantitativa	Concentración mínima bactericida	Medido en mg/mL
	Actividad antimicrobiana <i>in vitro</i> del extracto etanólico de hojas de buganvilla (<i>Bougainvillea sp.</i>) frente a <i>Candida albicans</i> ATCC 6257.	Cuantitativa	Diámetro de halo de inhibición.	Medido en mm.
		Semicuantitativa	Concentración mínima inhibitoria.	Nula (-) Sensible (+) Muy sensible (++) Sumamente sensible (+++)
	Actividad antimicrobiana <i>in vitro</i> del extracto etanólico de hojas de buganvilla (<i>Bougainvillea sp.</i>) frente a <i>Candida albicans</i> ATCC 6257.	Cuantitativa	Concentración mínima bactericida	Medido en mg/mL
		Cuantitativa	Diámetro de halo de inhibición.	Medido en mm.
Actividad antimicrobiana <i>in vitro</i> del extracto etanólico de hojas de buganvilla (<i>Bougainvillea sp.</i>) frente a <i>Candida albicans</i> ATCC 6257.	Semicuantitativa	Concentración mínima inhibitoria.	Nula (-) Sensible (+) Muy sensible (++) Sumamente sensible (+++)	
	Cuantitativa	Concentración mínima fungicida	Medido en mg/mL	

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

En México, Compeán y colaboradores (2024) realizaron un estudio sobre **“La extracción y caracterización de pigmentos de las brácteas buganvilia (*Bougainvillea* sp.)”**, sin embargo, ninguno de los extractos etanólicos derivados de las brácteas de bugambilia por ambos métodos no pudieron inhibir el crecimiento de *E. coli* en agar Müller-Hinton (3).

En México, Ingrid G. y colaboradores (2023) revisaron diversos estudios sobre **“La composición fitoquímica y el potencial antimicrobiano de *Bougainvillea glabra* Choisy (*Nyctinaginacea*)”**, en donde se destacó que el extracto derivado de la flor de buganvilla demostró ser efectivo únicamente en la lucha contra las bacterias que se clasifican como Gram negativas, específicamente las del tipo *E. coli* y *P.* Se observó que la bacteria *Pseudomonas aeruginosa* presentó una zona de inhibición que medía 7 milímetros, respectivamente (4).

En México, Mayo y colaboradores (2021) en su estudio **“Poliextractos de plantas medicinales vs bacterias asociadas a**

infecciones respiratorias agudas (IRAS)”, elaboró un jarabe utilizando una combinación de extractos de diversas plantas, tales como la buganvilia, el eucalipto, la canela, la caléndula y el ítamo, con el propósito de detener el desarrollo del microorganismo *S. aureus* y s. Se ha llevado a cabo un estudio que involucra a la bacteria conocida como pyogenes, la cual está relacionada con diversas infecciones respiratorias. En este análisis, se evidencia que tanto los extractos acuosos como los etanólicos provenientes de las hojas y flores de la buganvilia roja y morada no muestran efectividad alguna en su función contra esta bacteria *E. coli* y *S. áureo* (5).

En Colombia, Cardona y colaboradores (2017), evaluaron la “**Actividad antibacteriana de extractos etanólicos de *Bougainvillea glabra* Choisy (veranera)**”, en la cual se menciona que los extractos obtenidos de las hojas presentan una actividad antibacteriana significativamente superior en comparación con las distintas cepas de la bacteria *S. aureus*. Se observó que el *S. aureus* mostró una inhibición del 65,3% en un caso y del 55,5% en otro, junto con el análisis de *P. aeruginosa*. Los extractos analizados presentan un porcentaje de actividad antibacteriana contra *Pseudomonas aeruginosa* de 65,7% y 62,9%, lo que indica claramente su capacidad para inhibir el crecimiento de esta bacteria (6).

En India, Hajare y colaboradores (2015), estudiaron la **“Actividad antibacteriana de las hojas de *Bougainvillea spectabilis* contra *E. coli* NCIM 2832 y *S. aureus* NCIM 5021”**. Según los resultados se ha observado que retrasa el crecimiento de un organismo gramnegativo común como *E. coli* y de un organismo grampositivo como *S. aureus* (7).

En México, Enciso y colaboradores (2012), realizaron un estudio sobre **“La actividad antibacteriana de *Bougainvillea glabra*, *Eucalyptus globulus*, *Gnaphalium attenuatum* y propóleos recolectados”**, resaltando que los extractos de *B. glabra* fueron activos contra *E. coli* y *S. aureus*, con una zona de inhibición de 8 a 13 mm, CMI que oscilaban entre 500 y 3000 µg/ml y MBC de 1000 - 3000 µg/mL (8).

En India, Swamy y colaboradores (2012), realizaron un estudio titulado: **“Detección fitoquímica y actividad antimicrobiana in vitro de extractos de flores de *Bougainvillea spectabilis*”**, de acuerdo a los resultados obtenidos Se pudo notar que todos los extractos etanólicos que se obtuvieron a partir de las hojas de la planta identificada como B. mostraron características particulares. Los compuestos identificados como '*spectabilis*' demostraron tener la capacidad de suprimir el crecimiento de varias especies bacterianas, específicamente logrando un halo de

inhibición de 6 mm para la bacteria conocida como *Proteus vulgaris*, así como un halo de 7 mm al enfrentarse a *Bacillus subtilis*. Asimismo, estos extractos específicos demostraron una capacidad notable para interferir con el crecimiento de ciertos tipos de hongos, tales como *Aspergillus niger*, el cual presentó un halo de inhibición de 9 milímetros, y *Penicillium notatum*, que mostró un halo de inhibición de 8 milímetros (9).

En Bolivia, Escobar y colaboradores (2010) evaluaron **“La actividad antidiarreica y antibacteriana de los extractos de la semilla de palto (*Persea americana*) y buganvilla (*Bougainvillea glabra*) frente a cepas ATCC de *Escherichia coli*, *Shigella dysenteriae* y *Salmonella typhimurium*”**, donde concluyeron que los extractos etanólicos obtenidos de las hojas de la planta conocida como buganvilla poseen una notable actividad antibacteriana en relación a la bacteria *Escherichia coli*, registrándose una concentración mínima inhibitoria que se estima en 7.25×10^{-3} mg/mL (10).

En India, Gupta y colaboradores (2009), evaluaron **“La actividad antibacteriana de *Bougainvillea glabra* (snow White) y *Bougainvillea glabra* (choicy)”** y reportaron que el extracto hidroalcohólico de buganvilla fue activo contra las bacterias *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* (11).

En India, Edwin E. y colaboradores (2007) evaluaron **“Los efectos antidiarreicos, antiulcerosos y antimicrobianos del extracto acuoso, etanólico y acetónico de las hojas de buganvilla (*Bougainvillea glabra*)”**. El extracto etanólico exhibió una notable actividad antimicrobiana, manifestándose con un diámetro de inhibición que alcanzó los 11 mm en relación a la cepa de E. Se refiere a la bacteria *Escherichia coli*, que tiene un tamaño aproximado de 9 milímetros para una muestra que se designa como S. áureo (2).

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Bugarvilia

La buganvilia se describe como un arbusto trepador perenne de 1 a 7 m de altura con ramas que tienen espinas curvas de 5 a 15 mm de largo; hojas simples, de color verde oscuro, algo brillantes en el haz, tienen 1 cm de pecíolo largo, adaxialmente glabro y abaxialmente pubescente, aproximadamente 10 cm de largo; las flores de 0,4 cm de diámetro, bisexuales, en una inflorescencia cimosa con tres flores de color blanco a crema, perianto de 1 a 2,5 cm de largo, ligeramente pubescente, posee un único carpelo y ovario, junto con la presencia de entre seis y ocho estambres; las brácteas son de una textura cartácea, tienen forma ovada y alcanzan una longitud de aproximadamente 5 centímetros, así como un ancho de alrededor de 1,54 centímetros, base cardioide y puntas puntiagudas, adheridas a las flores en la región terminal de la nervadura media, de varios colores; con frutos de aquenio pequeños, secos, de una semilla y acanalados. Se desarrolla en climas cálido, semicálido, seco, semiseco y templado (5). Su taxonomía y morfología son las siguientes (4):

- **División:** Magnoliophyta
- **Clase:** Magnoliopsida

- **Subclase:** Caryophyllidae
- **Orden:** Caryophyllales
- **Familia:** Nyctaginaceae
- **Género:** Bougainvillea
- **Especie:** *Bougainvillea glabra* Choisy

Las buganvillas son nativas de Sudamérica y Centroamérica, exactamente de Brasil y Bolivia; en general son cultivadas en regiones tropicales y subtropicales de todo el mundo. El grupo o género conocido como Bougainvillea forma parte de la amplia familia botánica que se denomina Nyctaginaceae y contiene aproximadamente 18 especies, de las cuales solo 4 especies (*B. buttiana*, *B. glabra*, *B. spectabilis* y *B. peruviana*) son explotadas comercialmente (4).

❖ ***Bougainvillea glabra***, comúnmente conocida como *buganvilla*, es la variedad que se cultiva con mayor frecuencia en el ámbito de la jardinería. Originaria de Brasil, esta especie de planta es notable por su naturaleza trepadora, caracterizada por tallos que presentan espinas y tienden a enroscarse, pudiendo alcanzar una imponente altura de hasta 10 metros. Presenta hojas de un intenso color verde brillante, con una forma elíptica, que pueden mostrar una ligera presencia de pelusa en su superficie o,

en algunos casos, ser completamente lisas y sin vellosidades. Las flores que posee son de un tamaño reducido, generalmente de color blanco, y se agrupan en racimos. Además, están rodeadas por brácteas que presentan una variada gama de colores.

❖ ***El Bougainvillea spectabilis***, que también es nativo y endémico del país sudamericano de Brasil, es un tipo de arbusto leñoso que se caracteriza por sus tallos que poseen espinas. Las hojas de esta planta presentan un matiz más profundo y oscuro en comparación con las demás, además de poseer una peculiaridad notable en su superficie inferior, que se caracteriza por tener una textura pilosa. Las flores, que presentan un tamaño reducido, tienen un matiz que varía entre el blanco y un amarillo pálido. Estas están elegantemente rodeadas por brácteas que exhiben una amplia gama de colores.

❖ ***Bougainvillea peruviana*** es una especie de planta originaria de las regiones de Perú, Ecuador y Colombia, donde se ha adaptado y prosperado en los climas locales. Estamos hablando de un tipo de arbusto que presenta características de debilidad, con una corteza de color verde que es poco desarrollada en términos de lignificación. Las

hojas de esta planta tienen una forma elíptica y, además, presentan una superficie lisa y sin vellosidades. Las hojas de esta planta son de un atractivo color amarillo y están rodeadas por brácteas que exhiben una variedad de colores, incluyendo blanco, rosa, rojo, morado y también amarillo. Además, es posible que algunas de estas hojas muestren ciertas rugosidades en su superficie (12).

En el Perú, la buganvilia es la especie ornamental más representativa de la ciudad de Tacna, utilizada sobre todo en la procesión de la Bandera y en los días festivos a la reincorporación de Tacna al Perú. Es muy cultivada en toda la ciudad, tanto en las casas como en las plazas y jardines (13).

2.2.2. Extracto vegetal

A lo largo de muchos siglos, diversas culturas de todo el planeta han recurrido al uso de extractos obtenidos de plantas con una variedad de propósitos, incluyendo la medicina, el control de insectos y roedores, así como también para la preservación y conservación de alimentos. Los extractos son formulaciones que pueden presentar una consistencia que varía desde sólida hasta líquida o incluso intermedia. Estos preparados concentrados provienen, en la mayoría de los casos, de materia vegetal que ha sido previamente desecada. Su

obtención se lleva a cabo mediante un proceso que implica la evaporación parcial o total del disolvente en los extractos líquidos de origen vegetal. Esto da como resultado un producto final que puede presentarse en forma de un polvo fino o una pasta seca. Este producto concentrado es importante, ya que contiene uno o varios principios activos que son los componentes responsables de la acción farmacológica que se atribuye al vegetal del cual se extrajeron (14).

2.2.3. *Staphylococcus aureus*

Se trata de un tipo de bacteria que pertenece a la categoría de las grampositivas, específicamente del género que se presenta en forma de cocos y que tiene la capacidad de agruparse en racimos. Los hábitats más importantes en los que se encuentran estos microorganismos en los mamíferos incluyen las fosas nasales, la piel, así como el tracto gastrointestinal. En ciertas ocasiones, estos organismos pueden provocar una amplia variedad de enfermedades que varían desde infecciones relativamente simples de la piel hasta infecciones sistémicas que pueden amenazar seriamente la vida del organismo huésped. Además, es relevante mencionar que en muchos casos estas infecciones son resistentes a varios tipos de antibióticos, siendo

la resistencia a la meticilina uno de los problemas más comunes (15).

2.2.4. *Escherichia coli*

Se trata de una variedad de bacteria que es clasificada como gramnegativa y que se presenta en forma de bacilos que poseen flagelos. El entorno natural en el que vive y se reproduce esta bacteria es el tracto gastrointestinal de los mamíferos, donde se integra como un componente esencial de la flora bacteriana saludable. Sin embargo, es importante destacar que, en ciertas circunstancias adversas, esta bacteria puede expandir su presencia a otros órganos del cuerpo, lo que puede resultar en la aparición de infecciones graves y complicadas. Las cepas de E. Las cepas patógenas de la bacteria *Escherichia coli* son una causa significativa de la enfermedad diarreica aguda (EDA), especialmente en niños menores de 5 años. Esta situación representa una de las principales razones detrás de la mortalidad infantil en esta franja etaria (15).

2.2.5. *Candida albicans*

Se trata de un tipo específico de hongo que se presenta en la forma de una célula ovalada, similar a la levadura, y tiene un

tamaño que varía entre 2 y 4 micras. Además, sus paredes son delgadas y delicadas.

Las especies del género *Candida* crecen adecuadamente en medios de cultivo que contienen agar, peptona, dextrosa, maltosa o sacarosa. Sus colonias suelen ser completamente blancas al inicio, aunque con el tiempo pueden adquirir una tonalidad crema o amarillenta. Para aislarlas de muestras clínicas que contienen bacterias, se añaden antimicrobianos como el cloranfenicol al medio de cultivo.

El crecimiento de *Candida* se desarrolla in vitro bajo condiciones aerobias, en medios con un pH entre 2,5 y 7,5 y temperaturas que van de 20 °C a 38 °C. Las colonias suelen ser visibles entre las 48 y 72 horas posteriores a la siembra, y los subcultivos se desarrollan con mayor rapidez.

El género *Candida* incluye hongos oportunistas que viven como comensales en la cavidad oral, el intestino, la vagina, las secreciones bronquiales y la piel tanto del ser humano como de algunos animales. (18).

2.2.6. Método de Kirby-Bauer o de difusión de disco

El método conocido como difusión por disco ha sido empleado en los laboratorios dedicados a la microbiología durante un periodo que supera los setenta años, lo que demuestra su prolongada utilidad y relevancia en este campo científico. Durante la década de 1950, el destacado científico Alexander Fleming hizo uso de una variante adaptada de esta técnica en el transcurso de sus investigaciones relacionadas con la penicilina. Los doctores Bauer, Kirby, Sherris y Turck llevaron a cabo una exhaustiva y minuciosa investigación en la que analizaron detalladamente todas las variables que intervienen en el proceso, incluyendo aspectos cruciales como los diferentes tipos de medios de cultivo utilizados, las variaciones en la temperatura y el grosor del agar aplicado en los experimentos. En el año 1966, un grupo de investigadores llevó a cabo la publicación de su estudio, en el que detallaron de manera exhaustiva la prueba que, en la actualidad, se sigue utilizando ampliamente. El National Committee for Clinical Laboratory Standards, más conocido por sus siglas en inglés como NCCLS, estableció una serie de pasos fundamentales que conforman el procedimiento que se detalla en el estudio realizado por Bauer, y estos pasos han sido designados como el método de

referencia para la técnica de difusión utilizando discos. Es fundamental que se sigan estos pasos de manera meticulosa y cuidadosa, ya que de esta forma se conseguirán resultados que sean precisos y confiables.

Después de que se hayan separado y aislado las colonias de un organismo que ha sido reconocido como un posible patógeno, es necesario llevar a cabo la prueba de susceptibilidad, siguiendo cuidadosamente los pasos que se indican a continuación (16).

- ✓ Seleccionar las colonias
- ✓ Preparar una suspensión del inóculo
- ✓ Estandarizar la suspensión del inóculo
- ✓ Inocular la placa
- ✓ Colocar discos de antimicrobiano
- ✓ Incubar la placa
- ✓ Medir las zonas de inhibición
- ✓ Interpretar los resultados

La cuantificación de la actividad *in vitro* de las sustancias antimicrobianas se realiza por métodos de dilución.

2.2.7. Concentración mínima inhibitoria (CMI)

La concentración mínima inhibitoria, comúnmente conocida por sus siglas CMI, se describe como el nivel más bajo

de un antimicrobiano, expresado en microgramos por mililitro ($\mu\text{g/mL}$), que es capaz de detener de manera efectiva el crecimiento visible de un microorganismo después de un periodo de incubación de 24 horas a una temperatura de 37 grados Celsius. La Comisión Internacional de Microbiología, conocida como la CMI, es considerada un estándar fundamental y confiable que se utiliza como patrón de referencia al compararla con otros métodos que analizan y evalúan la susceptibilidad de los microorganismos a tratamientos antimicrobianos. Además de su capacidad para validar resistencias que pueden ser inusuales o poco comunes, la CMI proporciona respuestas claras y definitivas en situaciones donde los resultados obtenidos a través de otros métodos pueden resultar poco precisos o ambiguos.

2.2.8. Concentración Mínima Bactericida (CMB)

La Concentración Mínima Bactericida, comúnmente abreviada como CMB, se define como el nivel más bajo de concentración de un agente antibacteriano que es capaz de erradicar más del 99,9% de las bacterias que se pueden observar, luego de haberlas incubado durante un periodo específico que típicamente es de 24 horas (17).

2.2.9. Concentración mínima fungicida (CMF)

La concentración mínima fungicida, comúnmente abreviada como CMF, representa el nivel más bajo de concentración de un agente antifúngico necesario para lograr la destrucción de más del 99.9% de los hongos visibles presentes en un cultivo, después de haber sido mantenido durante un período de incubación específico, que típicamente es de alrededor de 24 horas.

2.2.10. Prueba estadística F de análisis de varianza (ANOVA)

Esta prueba, a través del uso del software SPSS, se utilizó para determinar si existe una diferencia significativa entre las medias y las varianzas de tres o más grupos.

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Cepa

Un conjunto específico de microorganismos, que incluye organismos como bacterias y virus, los cuales pertenecen a la misma categoría o especie biológica, y que también comparten una serie de características distintivas que no están presentes en otros miembros de esa misma especie (19).

ATCC

Es la colección americana de cultivo (por sus siglas en inglés *American Type Culture Collection*) (20).

Brácteas

Se trata de un órgano que tiene una estructura foliácea y se encuentra ubicado cerca de las flores. Este órgano es distinto de las hojas que son consideradas normales y también de las diversas partes del perianto. Aunque, por lo general, estos órganos suelen presentar un color verde, su función primaria no radica en la realización de la fotosíntesis, sino que está orientada a proteger las flores o las inflorescencias en desarrollo (21).

Extracto

Se refiere a un producto que presenta una consistencia sólida o viscosa, el cual se forma como resultado del proceso de evaporación de un jugo o de una solución que contiene diversas sustancias

derivadas de fuentes vegetales o animales. Extracto acuoso, alcohólico, etéreo (22).

Halo (de inhibición)

Zona de distribución radial que es producida por la difusión de un agente antimicrobiano sobre una placa de agar inoculada con algún microorganismo. Está expresada por el diámetro en milímetros (mm) (24).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. TIPO, DISEÑO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. Tipo y diseño de la investigación

De acuerdo al propósito del estudio

El tipo de estudio que se está llevando a cabo es de naturaleza experimental, dado que se observa que la variable dependiente experimenta cambios y modificaciones en respuesta a las alteraciones que se realizan en la variable independiente.

Según la planificación de la toma de datos

El estudio es de tipo **Prospectivo** ya que las variables son observadas durante un breve periodo de tiempo para recoger datos.

De acuerdo a los momentos de medición de la variable

El tipo de estudio que se está llevando a cabo es de naturaleza **transversal**, dado que se procede a realizar un análisis de los datos en un solo momento que corresponden a las diversas variables.

Según el número de variables de interés

El estudio es de tipo **Analítico** ya que se plantean y se ponen a prueba las hipótesis.

3.1.2. Nivel de la investigación

Es **Exploratorio** ya que se centra en analizar e investigar la realidad.

3.2. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

3.2.1. Población

Hojas de buganvillas que crecen en la ciudad de Tacna.

3.2.2. Muestra

Hojas de buganvilla que crecen en el distrito de Calana.

3.2.3. Muestreo

Aleatorio.

3.3. MATERIALES E INSTRUMENTOS

3.3.1. Materiales

- | | |
|---|---------|
| ▪ Papel Kraft (pliego) | 40 |
| ▪ Papel de aluminio (rollo) | 1 |
| ▪ Algodón | 500 g |
| ▪ Guantes de nitrilo color negro talla M (caja x 50 unidades) | 1 |
| ▪ Vaso Beaker de vidrio de 200 y 250 mL | 4, 1 |
| ▪ Probeta de vidrio graduada de 25, 100 y 500 mL | 1, 1, 1 |
| ▪ Piseta de laboratorio | 1 |

▪ Matraz Erlenmeyer de 100, 125 y 600 mL	2, 1, 1
▪ Tubo de ensayo con tapa rosca de 15 x 125 mm	20
▪ Tubo de ensayo de 13 x 100 mm	20
▪ Placa Petri de 10 x 100 mm	40
▪ Matraz Erlenmeyer de 100, 250 y 500 mL	10, 10, 4
▪ Pipeta de vidrio de 1, 5 y 10 mL	20, 10, 2
▪ Frasco de vidrio color ámbar de 5 L	1

3.3.2. Equipos e instrumentos

▪ Deshidratador de alimentos marca Blackline HB-327B	2
▪ Estufa eléctrica marca Brüder	1
▪ Balanza electrónica Henkel (0.01 – 1000 g)	1
▪ Autoclave marca GCA modelo 67018	1
▪ Incubadora marca MEMMERT modelo DIL-12880-KI	1
▪ Balanza analítica marca KERN modelo AES-2004C	1
▪ Balanza de precisión marca KERN modelo PBS6200-2M	1
▪ Propipeta de 10 mL	1
▪ Micropipeta Brand Transferpette S 0 – 10 µL	1
▪ Micropipeta Brand Transferpette S 10 – 100 µL	1
▪ Micropipeta Brand Transferpette S 100 – 1000 µL	1
▪ Vernier digital Truper de 6"	1
▪ Agitador Vortex VWR VM-300 minivortexer	1

3.3.3. Insumos y reactivos

▪ Etanol de 70° (litro)	4
▪ Metanol	5 mL
▪ Alcohol isopropílico	5 mL
▪ Ron de quemar (litro)	2
▪ Tintura de yodo (gotero)	1
▪ Dimetilsulfóxido 10%	40 mL
▪ Discos de sensibilidad de ceftazidima Oxoid de 30 ug	200
▪ Puntas para micropipetas de 0 – 10 µL	100
▪ Puntas para micropipetas de 10 – 100 µL	100
▪ Puntas para micropipetas de 100 – 1000 µL	100
▪ Cepa KwikStik de <i>S. aureus</i> ATCC 6538	1
▪ Cepa KwikStik de <i>E. coli</i> ATCC 8720	1
▪ Cepa KwikStik de <i>C. albicans</i> ATCC 10231	1
▪ Nefelómetro de Mac Farland ($1,5 \times 10^8$ cel/mL)	1
▪ Agar Nutritivo marca Liofilchem	30 g
▪ Agar Müller-Hinton marca Liofilchem	100 g
▪ Caldo Infusión Cerebro Corazón (BHI) marca Liofilchem	50 g

3.4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

3.4.1. Recolección de muestras de hojas de buganvilia

La recolección de todas las muestras necesarias se llevó a cabo de manera eficiente en un solo día, específicamente entre las horas de 12 del mediodía y 3 de la tarde. en las chacras aledañas a la vía principal del distrito de Calana de la ciudad de Tacna. Se recogieron las hojas con guantes y se guardaron en una bolsa de plástico grande hasta una cantidad aproximada de 3 kg.

3.4.2. Tratamiento de las muestras

Las muestras recolectadas fueron llevadas directamente al laboratorio de Farmacobotánica de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, en donde fueron limpiadas en seco con brochas de cerda fina y distribuidas en bandejas para deshidratarlas por 20 horas continuas con corriente de aire a 40 °C (ver Anexo 1).

3.4.3. Certificación de la especie de buganvilia

La certificación estuvo a cargo del biólogo Dr. Pablo Franco León, a quien se le hizo entrega de una muestra de la raíz, tallo, hojas y flores de la buganvilla, también se le hizo saber la procedencia de ésta, para que así pueda emitir el certificado que acredite la especie de la buganvilla (ver Anexo 2).

3.4.4. Extracción con etanol de las hojas de buganvilia

Las hojas deshidratadas fueron pulverizadas en un molino de mano, luego pesadas y colocadas en una botella de vidrio ámbar de 5 L en el cual se le agregó etanol al 70% en la cantidad suficiente para que duplique el volumen que ocupaba el polvo de hojas (ver Anexo 3). El frasco se agitó 3 veces por día (ver Anexo 4). Después de 45 días de maceración, se filtró a través de gasa y papel de filtro, y posteriormente se evaporó el filtrado hasta sequedad total en estufa a 37 °C de temperatura (ver Anexo 6). Se obtuvo de esta manera los principios activos en forma de pasta, de contextura resinosa (ver Anexo 7), lista para disolverla y determinar sus propiedades antimicrobianas en el ensayo *in vitro*.

3.4.5. Ensayo *in vitro* de la actividad antimicrobiana del extracto etanólico de las hojas de buganvilia

El ensayo que se realizó *in vitro* tuvo lugar en el laboratorio de Microbiología, el cual es parte de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, que se encuentra ubicada en la ciudad de Tacna, con la asesoría del Blgo. Edwin Obando, quien es el administrador a cargo de dicho laboratorio, y basado en métodos básicos para el estudio de la sensibilidad a los antimicrobianos.

En cada día de trabajo realizado dentro del laboratorio de Microbiología se desinfectaron las superficies con alcohol yodado, así también se hizo uso de equipo de protección personal (mascarilla, cofia, guantes y bata) y de mecheros de alcohol. Cabe destacar que todo el material de vidrio y de metal empleado (placas, viales, pipetas, vasos, pinzas, etc.) fue previamente lavado con agua destilada y puesto a secar envuelto en papel Kraft en una estufa a 180 °C por 2 horas para dejarlo libre de impurezas (ver Anexo 5).

Se realizó la preparación de los medios de cultivo tales como caldo Infusión Cerebro Corazón (BHI), agar Müeller Hinton (MH) y agar Nutritivo (AN) días antes de haber realizado el ensayo (ver Anexo 9).

Los viales, junto con las placas y los tubos de ensayo con los medios de cultivo fueron forrados con papel Kraft, rotulados y esterilizados en la autoclave por 15 minutos a 121 °C y 15 libras de presión. Luego de esto, fueron conservados en refrigeración a 5 °C a la espera de ser usados.

3.4.5.1. Preparación microbiana del inóculo (técnica de De Paula y Martins, 2000)

Las cepas microbianas *Escherichia coli* ATCC 8720, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 y *Candida albicans*

ATCC 10231 fueron reactivadas cada una en tubos con caldo Infusión Cerebro Corazón (BHI) e incubadas a 37 °C durante 24 horas. Posteriormente fueron transferidas a placas con agar Müeller Hinton (MH) e incubadas a 37 °C por 24 horas. Para la preparación de la suspensión del inóculo del agente bacteriano de prueba, se tomaron asadas del cultivo y se suspendieron en 10 mL de solución salina estéril hasta alcanzar la turbidez de tubo 0,5 de la escala de Mc Farland ($1,5 \times 10^8$ cel/mL) (ver Anexo 10).

3.4.5.2. Preparación de la solución madre

La solución patrón se preparó en un tubo de ensayo conteniendo con 4800 µL de caldo MH y 100 µl del extracto.

3.4.5.3. Preparación de las diluciones antimicrobianas

Se utilizará la cepa bacteriana en diez tubos de ensayo de los cuales se tomarán dos tubos blancos: un blanco de reactivo (extracto etanólico) y un blanco solución conteniendo 2400 µL de caldo MH, en los restantes tubos se colocará 2400 µL de caldo MH. Se colocará 2400 µL de la solución madre previa agitación ya preparada y se pasará al siguiente tubo y de éste al siguiente y así sucesivamente la misma cantidad de 2400 µL para todos,

se desechará el sobrante en el último tubo, de tal manera que se obtenga diferentes concentraciones del extracto.

3.4.5.4. Determinación del halo de inhibición por el método Kirby-Bauer (técnica de Duraffourd y colegas, 1983)

Se impregnaron 10 μ L del extracto al 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 y 100% sobre discos de sensibilidad Oxoid de 30 μ L, que fueron previamente inactivados y esterilizados (ver Anexo 8), 8 discos por concentración.

Se extrajo un volumen de 0,1 mL del cultivo microbiano que correspondía a la dilución del tubo marcado como 0.5, el cual estaba basado en la escala del nefelómetro de Mac Farland, que indica una concentración de aproximadamente $1,5 \times 10^8$ células por mililitro. Posteriormente, este volumen se distribuyó uniformemente sobre toda la superficie de las placas que contienen agar MH, tal como se detalla en el Anexo 11. Después de haber transcurrido un período de tiempo de aproximadamente 30 minutos, se llevó a cabo el procedimiento de colocar un disco que había sido embebido previamente con 10 microlitros del extracto en cuestión. Este disco será cuidadosamente tomado utilizando una pinza que ha sido esterilizada y se dispondrá sobre la superficie del agar de

manera controlada. Se permitió que la muestra se secase a temperatura ambiente durante un periodo de cinco minutos, y posteriormente fue incubada a una temperatura de 37 grados Celsius durante un total de 24 horas (ver Anexo 12). La actividad de lectura se llevó a cabo utilizando un calibrador Vernier digital para medir con precisión el diámetro del halo de inhibición que se forma en respuesta al crecimiento microbiano alrededor de los discos aplicados. Es importante señalar que dentro del área del halo de inhibición, no debe observarse ningún tipo de crecimiento microbiano; en otras palabras, en esa zona, únicamente debe ser visible el agar puro, sin ninguna alteración por parte de los microorganismos (ver Anexo 13).

3.4.5.5. Determinación de la concentración mínima inhibitoria (CMI) (técnica de Granados y Villaverde, 1997)

Para hacer la evaluación por este método se preparó una serie de 10 tubos (más 1 control positivo y 1 negativo), conteniendo cada uno de ellos 9 mL de caldo MH y 1 mL del inóculo preparado. Se agitaron para homogenizarlos y se incubaron a 37 °C por 24 horas. Se determinó la concentración mínima inhibitoria como el tubo con la

mínima concentración a la cual la cepa bacteriana no se ha desarrollado (ver Anexo 14).

3.4.5.6. Determinación de la concentración mínima bactericida (CMB)

Con el objetivo de establecer la cantidad mínima bactericida (CMB), se procederá a extraer un volumen de 100 microlitros (μL) de los tubos de ensayo en los que se ha verificado que no hay crecimiento visible de la bacteria, evidenciando así una inhibición en el crecimiento. La suspensión que se menciona debe ser introducida en placas Petri que estén debidamente etiquetadas con la concentración correspondiente. Posteriormente, se debe agregar agar MH a una temperatura aproximada de 45 grados centígrados. Se empleó un medio de cultivo de agar Mueller-Hinton (MH) que sirvió como control positivo, en el que se adicionaron 100 μL de inóculo que no contenía ningún extracto. Por otro lado, para el control negativo, se utilizó un medio de cultivo de agar MH que no fue inoculado ni se le añadió ningún tipo de extracto. Las placas de cultivo fueron dejadas en un ambiente controlado para que incubaran durante un período de 24 horas a una temperatura de 35 grados Celsius. Se llevó a cabo el

análisis de los resultados únicamente en aquellas placas en las que el extracto demostró su capacidad para erradicar por completo el crecimiento bacteriano, así como en aquellas donde se logró eliminar hasta el 99,9% de las bacterias presentes, todo esto en comparación con el control positivo establecido para el experimento.

3.4.5.7. Determinación de la concentración mínima fungicida (CMF)

Se llevó a cabo la separación de los tubos que no mostraban signos de turbidez, y de cada uno de esos tubos se tomó una alícuota de 100 μ L de la solución para resembrar, utilizando el método de diseminación, en placas que contenían Agar Müeller Hinton. Las placas de cultivo fueron incubadas a una temperatura constante de 37 grados Celsius durante un período de 24 horas. Después de haber transcurrido este período de tiempo determinado, se llevó a cabo un recuento exhaustivo del número de unidades formadoras de colonias, comúnmente conocidas como UFC, que estaban presentes en cada una de las concentraciones del extracto analizado.

3.5. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS

En el presente estudio de investigación, se llevó a cabo un análisis detallado de los datos utilizando el programa de software estadístico SPSS, específicamente en su versión 25.0 para el sistema operativo Windows. Para llevar a cabo el análisis estadístico correspondiente, se optó por implementar la técnica conocida como análisis de varianza, ANOVA. Se utilizó específicamente la prueba F, que incluye la consideración del valor de p , todo esto en el contexto de un nivel de significación establecido en 0,05. Este enfoque permitió determinar las diferencias en las medias entre los distintos tratamientos evaluados. Además, se aplicó la prueba de significación de Tukey, también ajustada al nivel de 0,05, para realizar comparaciones adicionales y obtener conclusiones más precisas sobre los tratamientos analizados.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Tabla 2. Actividad antimicrobiana in vitro del extracto etanólico de hojas de buganvilia (*Bougainvillea sp.*) frente a *Escherichia coli* ATCC 8720, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 y *Candida albicans* ATCC 10231.

Microorganismo	Actividad antimicrobiana
<i>Escherichia coli</i>	Negativo(-)
<i>Staphylococcus aureus</i>	Negativo(-)
<i>Candida albicans</i>	Positivo(+)

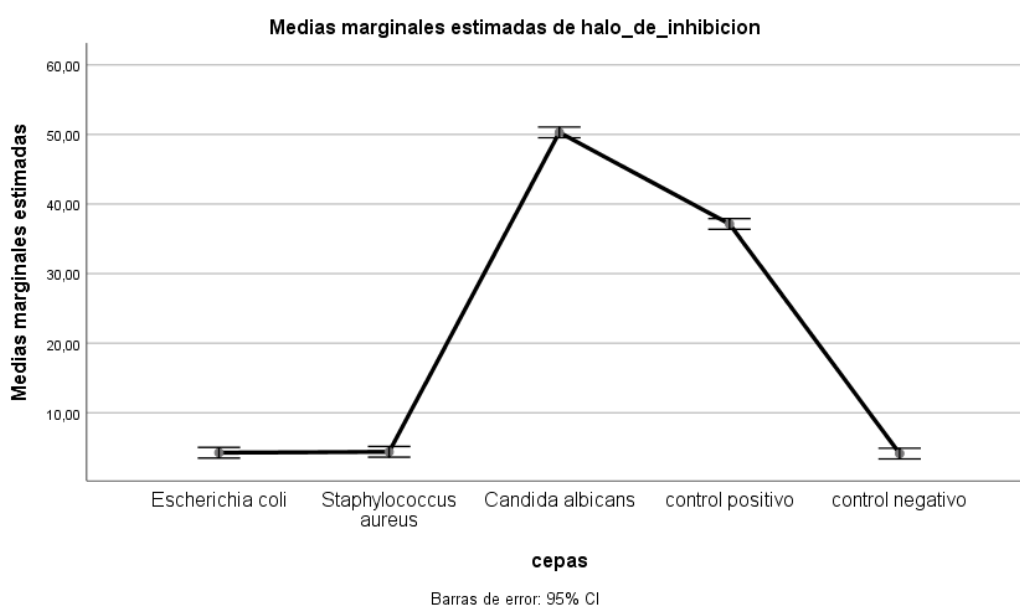
En la Tabla 2 se ha podido constatar que el extracto etanólico obtenido de las hojas de la planta buganvilia muestra una actividad antimicrobiana positiva en su interacción con la *Candida albicans*, mientras que, por otro lado, no presenta actividad alguna en la inhibición de las bacterias *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*.

Tabla 3. Halo de inhibición del extracto etanólico de hojas de buganvilia (*Bougainvillea sp.*) frente a *Escherichia coli* ATCC 8720, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 y *Candida albicans* ATCC 10231.

	N	Media	Desviación	Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mín.	Máx.
					Límite inferior	Límite superior		
<i>Escherichia coli</i>	8	4,2500	1,03510	0,36596	3,3846	5,1154	3,00	6,00
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	4,3750	1,06066	0,37500	3,4883	5,2617	3,00	6,00
<i>Candida albicans</i>	8	50,2975	1,53566	0,54294	49,0137	51,5813	48,54	53,48
Control +	8	37,1400	0,70949	0,25084	36,5469	37,7331	36,18	38,46
Control -	8	4,1250	0,83452	0,29505	3,4273	4,8227	3,00	5,00

En la Tabla 3 se observa que, frente a *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*, los halos fueron menores a 6, mientras que, frente a *Candida albicans*, llegó a una media de $50,29 \pm 1,53$, siendo mayor que el control positivo, el cual llegó a una media de $37,14 \pm 0,70$.

Gráfico 1. Comparaciones entre los halos de inhibición del extracto etanólico de hojas de buganvilia (*Bougainvillea sp.*) frente a *Escherichia coli* ATCC 8720, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 y *Candida albicans* ATCC 10231.



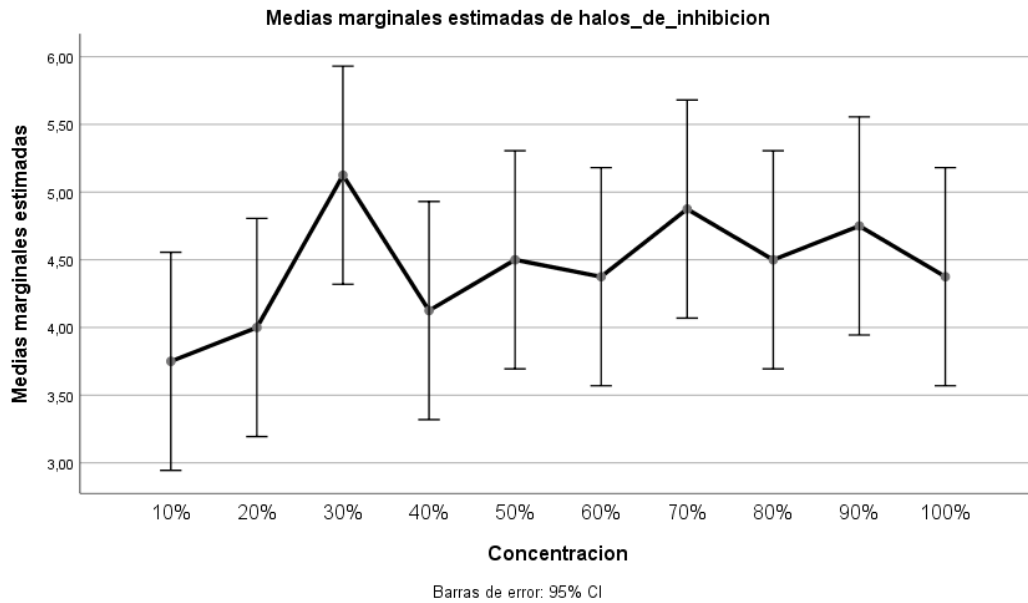
En el Gráfico 1 se observa que, frente a *Candida albicans*, el efecto fue incluso mayor que el control positivo, denotando un efecto superior del extracto con respecto a éste.

Tabla 4. Halo de inhibición del extracto etanólico de hojas de buganvilia frente a *Escherichia coli* ATCC 8720.

[]	N	Media	Desviación	Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mín.	Máx.
					Límite inferior	Límite superior		
10%	8	3,7500	1,03510	0,36596	2,8846	4,6154	3,00	6,00
20%	8	4,0000	1,06904	0,37796	3,1063	4,8937	3,00	6,00
30%	8	5,1250	1,12599	0,39810	4,1836	6,0664	3,00	6,00
40%	8	4,1250	0,99103	0,35038	3,2965	4,9535	3,00	6,00
50%	8	4,5000	1,06904	0,37796	3,6063	5,3937	3,00	6,00
60%	8	4,3750	1,30247	0,46049	3,2861	5,4639	3,00	6,00
70%	8	4,8750	0,99103	0,35038	4,0465	5,7035	4,00	6,00
80%	8	4,5000	1,41421	0,50000	3,3177	5,6823	3,00	6,00
90%	8	4,7500	1,28174	0,45316	3,6784	5,8216	3,00	6,00
100%	8	4,3750	1,06066	0,37500	3,4883	5,2617	3,00	6,00

En la Tabla 4 se muestran los halos de inhibición del extracto etanólico de hojas de buganvilia frente a *Escherichia coli*. Se observan que todos los halos fueron menores a 6, evidenciando que no presenta notable actividad antibacteriana en ninguna de las concentraciones del extracto.

Gráfico 2. Halos de inhibición del extracto etanólico de hojas de buganvilla (*Bougainvillea sp.*) frente a *Escherichia coli* ATCC 8720.



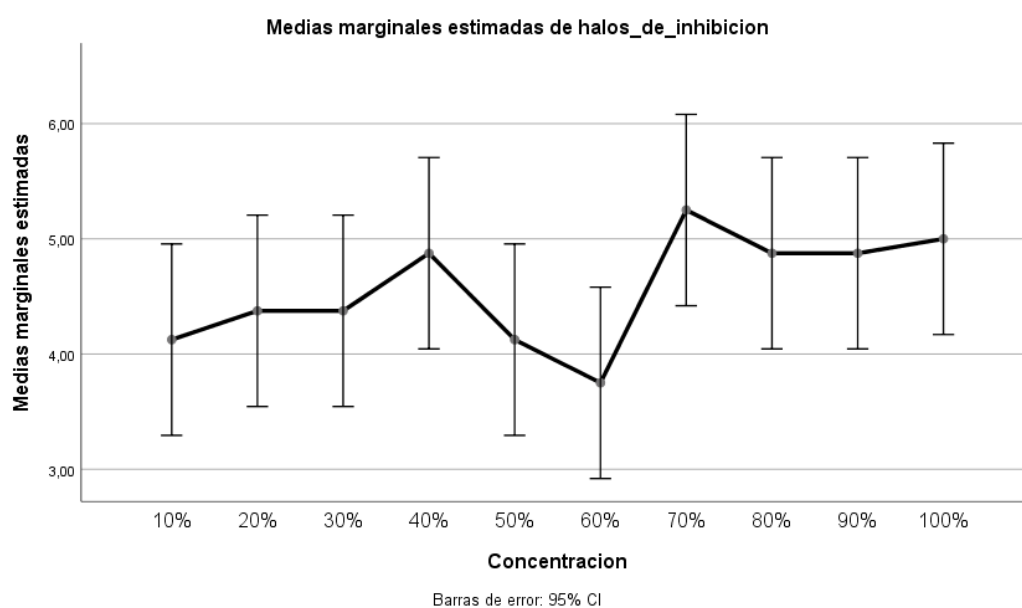
En el Gráfico 2 se observa que ninguno rebasó el límite mínimo de 6 mm, siendo la concentración de 30% la mayor entre todas las concentraciones.

Tabla 5. Halo de inhibición del extracto etanólico de hojas de buganvilia frente a *Staphylococcus aureus* ATCC 6538.

[]	N	Media	Desviación	Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mín.	Máx.
					Límite inferior	Límite superior		
10%	8	4,1250	0,83452	0,29505	3,4273	4,8227	3,00	5,00
20%	8	4,3750	1,18773	0,41993	3,3820	5,3680	3,00	6,00
30%	8	4,3750	1,30247	0,46049	3,2861	5,4639	3,00	6,00
40%	8	4,8750	1,35620	0,47949	3,7412	6,0088	3,00	6,00
50%	8	4,1250	1,24642	0,44068	3,0830	5,1670	3,00	6,00
60%	8	3,7500	1,16496	0,41188	2,7761	4,7239	3,00	6,00
70%	8	5,2500	0,88641	0,31339	4,5089	5,9911	4,00	6,00
80%	8	4,8750	1,24642	0,44068	3,8330	5,9170	3,00	6,00
90%	8	4,8750	0,99103	0,35038	4,0465	5,7035	3,00	6,00
100%	8	5,0000	1,41421	0,50000	3,8177	6,1823	3,00	6,00

En la Tabla 5 se observan que todos los halos fueron menores a 6, evidenciando que no presenta notable actividad antibacteriana en ninguna de las concentraciones del extracto.

Gráfico 3. Halos de inhibición del extracto etanólico de hojas de buganvilia (*Bougainvillea sp.*) frente a *Staphylococcus aureus* ATCC 6538.



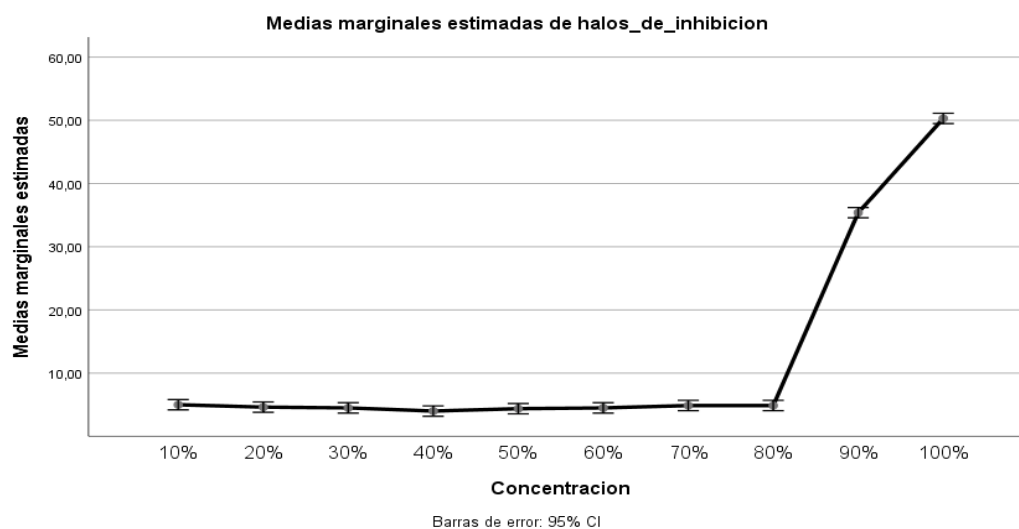
En el Gráfico 3 se muestran los distintos picos de promedios de halos de inhibición frente a *Staphylococcus aureus* a distintas concentraciones del extracto. Se observa que ninguno rebasó el límite mínimo de 6 mm, siendo la concentración de 70% la mayor entre todas las concentraciones.

Tabla 6. Halo de inhibición del extracto etanólico de hojas de buganvilia frente a *Candida albicans* ATCC 10231.

[]	N	Media	Desviación	Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mín.	Máx.
					Límite inferior	Límite superior		
10%	8	5,0000	0,92582	0,32733	4,2260	5,7740	4,00	6,00
20%	8	4,6250	1,50594	0,53243	3,3660	5,8840	3,00	6,00
30%	8	4,5000	1,06904	0,37796	3,6063	5,3937	3,00	6,00
40%	8	4,0000	0,75593	0,26726	3,3680	4,6320	3,00	5,00
50%	8	4,3750	1,40789	0,49776	3,1980	5,5520	3,00	6,00
60%	8	4,5000	1,30931	0,46291	3,4054	5,5946	3,00	6,00
70%	8	4,8750	0,83452	0,29505	4,1773	5,5727	4,00	6,00
80%	8	4,8750	1,12599	0,39810	3,9336	5,8164	3,00	6,00
90%	8	35,3888	0,77578	0,27428	34,7402	36,0373	34,05	36,31
100%	8	50,2975	1,53566	0,54294	49,0137	51,5813	48,54	53,48

En la Tabla 6 se observa que el extracto del 10% al 80% mostró una media menor a 6 mm, mientras que al 90% mostro una media de 35,38 mm y al 100% una media de 50,29 mm.

Gráfico 4. Halos de inhibición del extracto etanólico de hojas de buganvilia (*Bougainvillea sp.*) frente a *Candida albicans* ATCC 10231.



En el Gráfico 4 se observa que, entre el 10 y 80%, ninguna concentración rebasó el límite mínimo de 6 mm, mientras que a partir del 90% el efecto fue creciendo hasta alcanzar el máximo valor al 100%.

Tabla 7. Concentración mínima inhibitoria (CMI) del extracto etanólico de hojas de buganvilla (*Bougainvillea sp.*) frente a *Candida albicans* ATCC 10231.

Concentración (%)	Vc	CMI	
		%	mg
80%	13,1		
81,10%	13,3		
82,20%	13,4		
83,30%	13,6		
84,40%	13,8		
85,60%	14	85,60	14
86,70%	14,2		
87,80%	14,3		
88,90%	14,5		
90%	14,7		

En la Tabla 7 se muestra que, entre el 80 y 90%, la CMI fue del 85,60% (correspondiente a 14 mg) sobre la *Candida albicans* ATCC 10231.

Tabla 8. Concentración mínima fungicida (CMF) del extracto etanólico de hojas de buganvilia (*Bougainvillea sp.*) frente a *Candida albicans* ATCC 10231.

Concentración (%)	Vc	CMF	
		%	mg
80%	13,1		
81,10%	13,3		
82,20%	13,4		
83,30%	13,6		
84,40%	13,8		
85,60%	14	86,7	14,2
86,70%	14,2		
87,80%	14,3		
88,90%	14,5		
90%	14,7		

En la Tabla 8 se muestra que la concentración mínima fungicida fue del 86,70% (correspondiente a 14,2 mg) sobre la *Candida albicans* ATCC 10231.

Comprobación de hipótesis general

Ha: El extracto etanólico de hojas de buganvilia (*Bougainvillea sp.*) posee actividad antimicrobiana *in vitro* frente a *Escherichia coli* ATCC 8720, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 y *Candida albicans* ATCC 10231.

Ho: El extracto etanólico de hojas de buganvilia (*Bougainvillea sp.*) no posee actividad antimicrobiana *in vitro* frente a *Escherichia coli* ATCC 8720, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 y *Candida albicans* ATCC 10231.

Tabla 9. Prueba ANOVA de un factor para comprobar la actividad antimicrobiana *in vitro* frente a *Escherichia coli* ATCC 8720, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 y *Candida albicans* ATCC 10231.

ANOVA					
	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>GL</i>	<i>Media cuadrática</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
Entre grupos	15647,439	4	3911,860	3398,970	0,000
Dentro de grupos	40,281	35	1,151		
Total	15687,720	39			

En la tabla 9 se evidencia que el valor p fue de 0,000 ($p < 0,05$), lo que determina que existe actividad antimicrobiana frente al menos un grupo de cepas.

Tabla 10. Prueba de comparaciones múltiples de los halos de inhibición del extracto etanólico de hojas de buganvilia (*Bougainvillea sp.*) frente a *Escherichia coli* ATCC 8720, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 y *Candida albicans* ATCC 10231.

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: HSD Tukey						
(I) cepas		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
<i>Escherichia coli</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	-0,12500	0,53640	0,999	-1,6672	1,4172
	<i>Candida albicans</i>	-46,04750*	0,53640	0,000	-47,5897	-44,5053
	Control +	-32,89000*	0,53640	0,000	-34,4322	-31,3478
	Control -	0,12500	0,53640	0,999	-1,4172	1,6672
<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Escherichia coli</i>	0,12500	0,53640	0,999	-1,4172	1,6672
	<i>Candida albicans</i>	-45,92250*	0,53640	0,000	-47,4647	-44,3803
	Control +	-32,76500*	0,53640	0,000	-34,3072	-31,2228
	Control -	0,25000	0,53640	0,990	-1,2922	1,7922
<i>Candida albicans</i>	<i>Escherichia coli</i>	46,04750*	0,53640	0,000	44,5053	47,5897
	<i>Staphylococcus aureus</i>	45,92250*	0,53640	0,000	44,3803	47,4647
	Control +	13,15750*	0,53640	0,000	11,6153	14,6997
	Control -	46,17250*	0,53640	0,000	44,6303	47,7147

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

En la tabla 10 se muestra que existen diferencias significativas (p valor < 0,05) entre las comparaciones múltiples de los halos de inhibición sobre *Candida albicans* frente a *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y el control positivo. Se observa, de acuerdo a la diferencia de medias, que el efecto positivo frente a *Candida albicans* fue mayor que el control positivo por un valor de 13,15 mm. Cabe señalar que el extracto no mostró efecto antimicrobiano frente a *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y el control negativo, además de no mostrar diferencias significativas en los halos de inhibición.

Comprobación de hipótesis específica 1

Ha: El extracto etanólico de hojas de buganvilia (*Bougainvillea sp.*) produce *in vitro* un halo de inhibición frente a *Escherichia coli* ATCC 8720.

Ho: El extracto etanólico de hojas de buganvilia (*Bougainvillea sp.*) no produce *in vitro* un halo de inhibición frente a *Escherichia coli* ATCC 8720.

Tabla 11. Prueba ANOVA de un factor para comprobar la producción *in vitro* de un halo de inhibición frente a *Escherichia coli* ATCC 8720.

ANOVA					
	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	12,313	9	1,368	1,048	0,412
Dentro de grupos	91,375	70	1,305		
Total	103,688	79			

En la tabla 11 se evidencia que el valor p fue de 0,412 ($p > 0,05$), lo cual determina que no existe diferencias entre los halos, además de no encontrar producción *in vitro* del halo de inhibición frente a *Escherichia coli*.

Comprobación de hipótesis específica 2

Ha: El extracto etanólico de hojas de buganvilia (*Bougainvillea sp.*) inhibe *in vitro* el crecimiento de *Staphylococcus aureus* ATCC 6538.

Ho: El extracto etanólico de hojas de buganvilia (*Bougainvillea sp.*) no inhibe *in vitro* el crecimiento de *Staphylococcus aureus* ATCC 6538.

Tabla 12. Prueba ANOVA de un factor para comprobar la inhibición *in vitro* el crecimiento de *Staphylococcus aureus* ATCC 6538.

ANOVA					
	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	16,563	9	1,840	1,326	0,239
Dentro de grupos	97,125	70	1,388		
Total	113,688	79			

En la tabla 12 se evidencia que el valor p fue de 0,239 ($p > 0,05$), lo cual determina que no existe diferencias entre los halos, además de no encontrar inhibición *in vitro* del crecimiento de *Staphylococcus aureus*.

Comprobación de hipótesis específica 3

Ha: El extracto etanólico de hojas de buganvilia (*Bougainvillea sp.*) elimina *in vitro* el crecimiento de *Candida albicans* ATCC 10231.

Ho: El extracto etanólico de hojas de buganvilia (*Bougainvillea sp.*) no elimina *in vitro* el crecimiento de *Candida albicans* ATCC 10231.

Tabla 13. Prueba ANOVA de un factor para comprobar la eliminación *in vitro* del crecimiento de *Candida albicans* ATCC 10231.

ANOVA					
	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	19621,609	9	2180,179	1619,736	0,000
Dentro de grupos	94,221	70	1,346		
Total	19715,829	79			

En la tabla 13 se evidencia que el valor p fue de 0,000 ($p < 0,05$), lo cual determina que existe la eliminación *in vitro* de *Candida albicans* en al menos una concentración del extracto.

Tabla 14. Prueba de Subconjunto de Tukey del extracto etanólico de hojas de buganvilia (*Bougainvillea sp.*) en la eliminación *in vitro* del crecimiento de *Candida albicans* ATCC 10231.

[]	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
40%	8	4,0000		
50%	8	4,3750		
30%	8	4,5000		
60%	8	4,5000		
20%	8	4,6250		
70%	8	4,8750		
80%	8	4,8750		
10%	8	5,0000		
90%	8		35,3888	
100%	8			50,2975
Sig.		0,778	1,000	1,000

En la Tabla 14, en los grupos subconjuntos podemos visualizar la media de cada concentración del extracto etanólico de hojas de buganvilia (*Bougainvillea sp.*), donde la concentración 10% al 80% pertenecen al mismo subconjunto, es decir, no existen diferencias significativas entre ellos y, según el valor de la media, no presentan actividad antimicrobiana frente a *Candida albicans*. Por otro lado, la concentración 90% y 100% forman otros subconjuntos, presentando diferencias significativas y diferente actividad antimicrobiana, siendo la concentración al 100% la que presentó mayor actividad antimicrobiana, llegando a la media de 50,29, seguida de la concentración al 90% que llegó a una media de 35,38.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la actividad antimicrobiana *in vitro* del extracto etanólico de hojas de buganvilia (*Bougainvillea sp.*) frente a *Escherichia coli* ATCC 8720, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 y *Candida albicans* ATCC 10231, encontrando que el extracto tuvo una actividad antimicrobiana positiva frente a la *Candida albicans* ($50,29 \pm 1,53$) mientras que, frente a *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*, los halos fueron menores a 6, evidenciando que no posee actividad antimicrobiana en ninguna de las concentraciones del extracto frente a estas cepas. Cabe resaltar que, frente a *Candida albicans*, el extracto del 10% al 80% mostró una media menor a 6, mientras que al 90% mostró una media de 35,38 mm y al 100% una media de 50,29 mm, esto sugiere que el extracto es efectivo a mayor concentración. Según el Instituto de Estándares Clínicos y de Laboratorio (CLSI), cuando el valor del diámetro del disco es mayor o igual que 21 mm, es sensible y, por lo tanto, sí tiene actividad antifúngica.

En el trabajo de investigación **“Extracción y caracterización de pigmentos de las brácteas buganvilia (*Bougainvillea sp.*)”** realizado en México y llevado a cabo por Compeán y colaboradores (2024), pusieron a

prueba la actividad antimicrobiana de los extractos de brácteas de bugambilia donde se llevó a cabo mediante la prueba de difusión de disco descrita por Ortez et al. (2005). Para ello prepararon placas con agar Müller Hinton y se inocularon con una suspensión de *Escherichia coli* estandarizada a una turbidez equivalente al estándar 0.5 de McFarland. Se sumergieron discos de papel estéril de 6 mm en los extractos y se colocaron sobre las placas Petri inoculadas y se incubaron durante 24 horas a 37 °C. Sin embargo, ninguno de los extractos etanólicos obtenidos de las brácteas de buganvilla por ambos métodos inhibieron el crecimiento de *E. coli* en agar Müller Hinton. Este estudio indica que, en efecto, el extracto hidroalcohólico de las brácteas de buganvilla no posee actividad antibacteriana, siendo semejantes a los resultados de esta tesis, obtenidos con el extracto de las hojas. Esto sugiere que la parte empleada de la planta no influye, al menos, en su actividad antibacteriana. Estas diferencias pueden deberse al origen biológico de la muestra, los métodos de extracción o la pureza de los extractos.

En el estudio “**Actividad antioxidante y antimicrobiana in vitro de la flor de Bougainvillea glabra**” realizado en Bangladesh por Islam Z. y colaboradores (2016), se observó que el extracto acuoso de flores de buganvilla fue eficaz contra las bacterias *E. coli* y *S. aureus*, con una zona de inhibición de 15 y 22 mm respectivamente, comparados con otros

extractos orgánicos. Estos resultados son diferentes a los de esta tesis. Esto puede deberse a que el agua pueda disolver otros componentes con actividad antibacteriana los cuales, en contacto solo con etanol, no se disuelven.

En el trabajo de investigación **“Poliextractos de plantas medicinales vs bacterias asociadas a infecciones respiratorias agudas (IRAS)”** realizado en México llevado a cabo por Mayo y colaboradores (2021), se desarrolló una mezcla líquida en forma de jarabe que contiene extractos de plantas, específicamente de buganvilia, así como de diversas especies vegetales con el propósito de suprimir o inhibir el crecimiento de *S. aureus* y *S. pyogenes*. Los *pyogenes* son un grupo de microorganismos patógenos que están relacionados con la aparición y desarrollo de infecciones en el sistema respiratorio. La evaluación del potencial antibacteriano fue llevada a cabo utilizando el método conocido como Kirby-Bauer, el cual es ampliamente reconocido en el ámbito de la microbiología para determinar la eficacia de distintos antibióticos. El control positivo utilizado en el experimento consistió en un disco que contenía una cantidad de 10 microgramos de penicilina, mientras que el control negativo estuvo representado por un disco que contenía 20 microlitros de etanol. En consecuencia, se llega a la conclusión de que los extractos obtenidos tanto con agua como con etanol, provenientes de las hojas y flores de las variedades de buganvilia roja y morada, no presentan actividad significativa

contra la especie *E. coli* y *S. aureus*, siendo semejantes a los resultados de esta tesis. Esto puede darnos una idea que, aun estando en mezclas junto a otras especies botánicas, la buganvilia no presenta actividad antibacteriana.

En el estudio “**Actividad antibacteriana de extractos etanólicos de *Bougainvillea glabra choisy* (veranera)**” realizado en Colombia y llevado a cabo por Cardona y colaboradores (2017), se reportó que los extractos de hojas tienen una mayor actividad antibacteriana frente a las cepas de *S. aureus* con una inhibición de 65,3% y 55,5% y *P. aeruginosa* de 65,7% y 62.9%. Estos resultados indican que, en efecto, el extracto hidroalcohólico de buganvilia sí posee actividad antibacteriana, los cuales son contrarias a los resultados de esta tesis. La diferencia de la eficacia de esta especie frente a la de esta tesis puede deberse a muchos factores tales como la especie, el clima, etc, los cuales pueden afectar la biosíntesis de compuestos antimicrobianos en distintas partes de la planta. Se considera que los extractos pueden ejercer una influencia más significativa sobre las bacterias Gram-negativas, dado que estas no cuentan con una membrana externa que las proteja.

En el trabajo de investigación “**Actividad antibacteriana de las hojas de *Bougainvillea spectabilis* contra *E. coli* NCIM 2832 y *S. aureus* NCIM 5021**” realizado en India por Hajare y colaboradores (2015), se observó que hay una reducción significativa en la tasa de crecimiento de

un organismo gramnegativo común como *E. coli* y de un organismo grampositivo como *S. aureus* en presencia de extracto etanólico y extracto de acetona, pero no se observó inhibición. No fue posible demostrar tales efectos a partir del método de difusión en pocillos de agar. Este estudio indica que, en efecto, el extracto hidroalcohólico de buganvilia no posee actividad antibacteriana inhibitoria, siendo los resultados semejantes a los de esta tesis. A pesar de que se usaron diferentes disolventes se obtuvieron resultados semejantes.

En el estudio “**La actividad antibacteriana de *Bougainvillea glabra*, *Eucalyptus globulus*, *Gnaphalium attenuatum* y propóleos recolectados**” realizado en México y llevado a cabo por Enciso y colaboradores (2012), se resaltó que los extractos de *B. glabra* fueron activos contra *E. coli* y *S. aureus*, con una zona de inhibición de 8 a 13 mm, CMI que oscilaban entre 500 y 3000 µg/ml y MBC de 1000 - 3000 µg/mL. Este estudio indica que, en efecto, el extracto hidroalcohólico de buganvilia posee actividad antibacteriana, obteniendo resultados diferentes a los de esta tesis. Esto puede deberse a que, en una combinación específica de especies botánicas y de origen animal (propóleo), la buganvilia puede presentar actividad antibacteriana.

En el trabajo de investigación “**Detección fitoquímica y actividad antimicrobiana *in vitro* de extractos de flores de *Bougainvillea spectabilis***” realizado en India por Swamy y colaboradores (2012), Se

pudo observar que, basándose en los resultados que fueron obtenidos, todos los extractos etanólicos procedentes de las hojas de la planta B. mostraron ciertas características. El microorganismo conocido como "spectabilis" logró ejercer un efecto inhibitorio sobre el crecimiento de ciertas bacterias, y se observó un halo de inhibición que midió 6 milímetros en el caso de la bacteria *Proteus vulgaris*, mientras que para *Bacillus subtilis*, el halo de inhibición alcanzó una medida de 7 milímetros. Además de eso, estos extractos mencionados anteriormente demostraron su capacidad para inhibir el crecimiento de ciertos tipos de hongos, incluido el *Aspergillus niger*, el cual presentó un halo de inhibición que medía 9 milímetros, así como el *Penicillium notatum*, que mostró un halo de inhibición de 8 milímetros. Este estudio indica que, en efecto, el extracto hidroalcohólico de buganvilla sí posee actividad antibacteriana, siendo sus resultados son diferentes a los de esta tesis. Puede deberse a que la parte empleada fueron las flores, de cuya especie presenta actividad antibacteriana notable.

En el estudio, "**La actividad antidiarreica y antibacteriana de los extractos de la semilla de palto (*Persea americana*) y buganvilla (*Bougainvillea glabra*) frente a cepas ATCC de *Escherichia coli*, *Shigella dysenteriae* y *Salmonella typhimurium*"** realizado en Bolivia y llevado a cabo por Escobar y colaboradores (2010), se llegó a la conclusión de que los extractos etanólicos obtenidos de las hojas de buganvilla exhiben una notable actividad antibacteriana en contra de la bacteria

Escherichia coli, con una concentración mínima inhibitoria 7.25×10^{-3} mg/mL. Este estudio indica que, en efecto, el extracto hidroalcohólico de buganvilia sí posee actividad antibacteriana, siendo diferentes a los resultados de esta tesis. Esto puede deberse a que el extracto de buganvilia con el extracto de la semilla de la palta presente un sinergismo que favorezca su actividad antimicrobiana.

En el trabajo de investigación “**La actividad antibacteriana de *Bougainvillea glabra* (Snow White) y *Bougainvillea glabra* (choicy)**” que fue realizado en India y llevado a cabo por Gupta y colaboradores (2009), se llevó a cabo una evaluación detallada de la actividad antimicrobiana del extracto obtenido de las hojas utilizando el método de difusión en disco, que es una técnica comúnmente empleada en microbiología para determinar la eficacia de compuestos en inhibir el crecimiento de microorganismos. En un ambiente completamente estéril y controlado, se procedió a verter una sustancia en placas de Petri, asegurándose de que la altura de la capa fuera uniforme, alcanzando exactamente una profundidad de 4 milímetros. Posteriormente, estas placas se dejaron reposar y solidificar a temperatura ambiente, permitiendo así que el material adquiriera la consistencia adecuada. Después de la solidificación, los organismos de prueba, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*, se esparcieron sobre el medio con la ayuda de un hisopo estéril empapado en bacterias y se usó para el estudio antibacteriano. Se empleó

el antibiótico ofloxacino en una concentración de 5 microgramos por disco como el estándar de referencia para la prueba. A continuación, se llevó a cabo el proceso en el que los discos de papel de filtro estéril, que tienen un diámetro de 6 mm y que son capaces de retener hasta 10 microlitros de los extractos, fueron cuidadosamente sumergidos en una concentración específica de extractos provenientes de plantas. Una vez realizados estos pasos, los discos fueron situados sobre una superficie de agar que ya se había solidificado, tomando cuidado de que no se produjera superposición entre las zonas de inhibición que pudieran generarse. Las placas de Petri, que fueron cuidadosamente inoculadas con el organismo microbiano en cuestión, fueron sometidas a un proceso de incubación a una temperatura constante de 37 grados Celsius durante un período de 24 horas. Después de que se completara el período de incubación, se llevó a cabo la medición del diámetro del halo de inhibición que fue generado por las muestras analizadas, así como por el estándar de referencia utilizado en el experimento. Se llevaron a cabo todas las pruebas en tres ocasiones diferentes a lo largo del proceso de evaluación. Reportaron que el extracto hidroalcohólico de buganvilla fue activo contra las bacterias *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*. Estos resultados indican que, en efecto, el extracto hidroalcohólico de buganvilia posee actividad antibacteriana, siendo diferentes a los resultados de esta tesis. Ambos estudios emplean las hojas para el extracto, sin embargo, en el caso de

este estudio emplearon la variedad *Bougainvillea glabra* (Snow White) la cual puede ser la razón de que los resultados hayan sido completamente distintos.

En el estudio **“Los efectos antidiarreicos, antiulcerosos y antimicrobianos del extracto acuoso, etanólico y acetónico de las hojas de buganvilla (*Bougainvillea glabra*)”** realizado en la India por Edwin E. y colaboradores (2007), se llevó a cabo una investigación que demostró de manera contundente que el extracto etanólico derivado de las hojas posee una notable capacidad de acción antimicrobiana, ya que se observó un diámetro de inhibición considerable de 11 mm en relación con la especie *E. coli*. Se refiere a la especie de bacteria *E. coli*, con un tamaño de 9 milímetros en el caso de la especie *S. aureus*. Este estudio indica que, en efecto, el extracto hidroalcohólico de buganvilla sí posee actividad antibacteriana, siendo diferentes a los resultados de esta tesis. Ambos estudios difieren completamente en sus resultados, aunque se asemejen en todo el desarrollo puede haber ciertos detalles que se omitieron decir o ciertos inconvenientes que afectaron a los resultados de esta tesis.

Respecto a los resultados de la prueba *in vitro* de los halos de inhibición del extracto etanólico frente a *Candida albicans* se puede observar que presente actividad antifúngica a partir de la concentración del 80% (ver Anexo 15) cuando lo intuitivo es que la actividad (es decir, el diámetro del halo) incremente según la concentración del extracto. Esto

puede deberse a una ineficaz preparación de las concentraciones debido a la falta de agitación de los viales en los cuales se prepararon o, en todo caso, el extracto sólo es efectivo a partir del 80%.

Se presume que el extracto hidroalcohólico no tiene actividad antibacteriana. Por otro lado, se comprobó que el extracto posee actividad antimicótica pero requiere de más estudios.

CONCLUSIONES

Se evaluó la actividad antimicrobiana *in vitro* del extracto etanólico de hojas de buganvilia (*Bougainvillea sp.*) frente a *Escherichia coli* ATCC 8720, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 y *Candida albicans* ATCC 10231.

Primera: Se determinó que el extracto etanólico de hojas de buganvilia (*Bougainvillea sp.*) no produjo *in vitro* ningún halo de inhibición frente a *Escherichia coli* ATCC 8720 y *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 a ninguna concentración; sin embargo, frente a *Candida albicans* ATCC 10231 produjo un halo de inhibición promedio de 50,29 mm con el extracto etanólico al 100%.

Segunda: Se determinó que el extracto etanólico de hojas de buganvilia (*Bougainvillea sp.*) no posee una concentración mínima inhibitoria frente a *Escherichia coli* ATCC 8720 y *Staphylococcus aureus* ATCC 6538; sin embargo, frente a *Candida albicans* ATCC 10231 la concentración mínima inhibitoria fue de 85,60%, es decir, 14 mg del extracto.

Tercera: Se determinó que el extracto etanólico de hojas de buganvilia (*Bougainvillea sp.*) no posee una concentración mínima bactericida frente a *Escherichia coli* ATCC 8720 y *Staphylococcus aureus* ATCC 6538; sin embargo, frente a *Candida albicans* ATCC 10231 la concentración mínima fungicida fue de 86,7%, es decir, 14,2 mg del extracto.

RECOMENDACIONES

1. Llevar a cabo investigaciones adicionales sobre diversos extractos que se derivan de productos naturales, ya que a menudo exhiben una notable eficacia en términos de propiedades antimicrobianas.
2. Realizar análisis fitoquímico sobre los diferentes derivados que se obtienen de la buganvilla, tales como los aceites esenciales, con el propósito de conocer y evaluar su potencial actividad antimicótica y antibacteriana, así como el efecto inhibidor que estos compuestos pueden generar en diversas condiciones.
3. Evaluar con otras cepas de bacterias y hongos que no fueron específicamente seleccionadas y analizadas en el estudio actual, para poder determinar su nivel de resistencia ante los derivados que provienen de productos naturales.
4. Desarrollar estudios de revisión sistemática, con el objetivo de analizar y evaluar de manera crítica el efecto antimicrobiano que ejercen diversos productos naturales.
5. Se sugiere realizar más estudios sobre las diferentes variaciones de *Bougainvillea* (buganvilla), considerando aspectos como su morfología, resistencia a condiciones ambientales adversas, valor ornamental y potencial en la mejora genética.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Jaramillo C, Solano L, Mercedes CFM, Rojas de Astudillo L. Composición química y actividad antioxidante de hojas de dos variedades de *Bougainvillea glabra* Choisy. Revista Cumbres, Volumen 9, Número 1 [Online].; 2023. Disponible en: <http://doi.org/10.48190/cumbres.v9n1a1>
2. Edwin. E, E. Sheeja, E. Toppo, V. Tiware, KR. Dutt. Efecto antimicrobiano, antiulceroso y antidiarreico de las hojas de buganvilla (*Bougainvillea glabra* Choisy). Ars Pharm 2007, Volumen 48 (2), Páginas 135-144. [Online].; Abril 2007. Disponible en: <https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/27961/Ars%20Pharm%202007%3b48%282%29135-144.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
3. Compeán Vargas C, Pichardo Sánchez A, Rodríguez Durán N, Del Ángel Del Ángel A, Rodríguez Durán L. Extracción y caracterización de pigmentos de las brácteas bugambilia (*Bougainvillea sp.*). Mexican Journal of Technology and Engineering, Volumen 3, Número 1, [Online].; Mayo 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.61767/mjte.003.1.4453>
4. Ornelas García I, Barrera Guerrero A, Avelar González F, Chávez Vela N, Gutiérrez Montiel D. Revisión fitoquímica y potencial antimicrobiano de *Bougainvillea glabra* Choisy (Nyctinaginacea).

Frontiers in Chemistry [Online].; Octubre 2023. Disponible en:
<https://doi.org/10.3389/fchem.2023.1276514>

5. Mayo Tadeo RI, Espinoza Rojo M, Jiménez Hernández J, Godínez Jaimes F, Damián Nava A, Vargas Álvarez D. Poliextractos de plantas medicinales vs bacterias asociadas a infecciones respiratorias agudas (IRAS). Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, Volumen 11, Número 5 [Online].; Octubre 2020. Disponible en:
<https://doi.org/10.29312/remexca.v11i5.1595>
6. Cardona Bedoya L, Rodríguez González CA, Clavijo Maldonado A. Actividad Antibacteriana de extractos etanólicos de *Bougainvillea glabra* Choisy (veranera). Revista Nova, Volumen 3, [Online].; Diciembre 2017. Disponible en:
<https://revistas.sena.edu.co/index.php/rnova/article/view/1534>
7. Hajare CN,. Inamdar FR, Patil RV, Shete C, Wadkar S, Patil K, et al. Actividad antibacteriana de las hojas de *Bougainvillea spectabilis* contra *E. coli* NCIM 2832 y *S. aureus* NCIM 5021. International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research, Artículo 31, Páginas 194-196. [Online].; Septiembre 2015. Disponible en:
<https://www.researchgate.net/publication/281936657>
8. Enciso Díaz O, Méndez Gutiérrez A, Hernández De Jesús L, Sharma A, Villarreal ML, Cardoso Taketa A. Actividad antibacteriana de

Bougainvillea glabra, *Eucalyptus globulus*, *Gnaphalium attenuatum* y propóleos recolectados en México. *Pharmacology & Pharmacy*, Volumen 3, Páginas 433-438. [Online].; Octubre 2012. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4236/pp.2012.34058>

9. Swamy K. Detección fitoquímica y actividad antimicrobiana *in vitro* de extractos de flores de *Bougainvillea spectabilis*. *International Journal of Phytomedicine*, Volumen 4, Páginas 375-379. [Online].; Enero 2012. Disponible en: <http://www.arjournals.org/index.php/ijpm/index>
10. Escobar Hinojosa ML, Pinto Davalos J, Zabalaga Via S, Escalante Lunario A, Bustamante Garcia Z. Evaluación de la actividad antidiarreica y antibacteriana de los extractos de la semilla de palto (*Persea americana*) y buganvilla (*Bougainvillea glabra*). *BIOFARBO*, Volumen 18, Número 2 [Online].; Diciembre 2010. Disponible en: https://docs.bvsalud.org/biblioref/2019/07/1006596/evaluacion-de-la-actividad-antidiarreica-y-antibacteriana-de-l_jWmLVkZ.pdf
11. V. Gupta, M. George, L. Joseph, M. Singhal, P. S. Evaluación de la actividad antibacteriana de *Bougainvillea glabra* 'snow white' y *Bougainvillea glabra* 'choicy'. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, Volumen 1, Páginas 233-237. [Online].; 2009. Disponible en: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/79578511/evaluation-of->

antibacterial-activity-of-bougainvillea-glabra-snow-white-and-bougainvillea-glabra-choicy-libre.pdf?1643224907=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DEvaluation_of_antibacterial_acti

12. Redacción Infoagro. El cultivo de la Buganvilla. Redacción Infoagro [Online].; 2024. Disponible en: https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_buganvilla.asp
13. Zegarra R. Plantas ornamentales de la ciudad de Tacna. Ciencia & Desarrollo, Volumen 2, Páginas 23–31. [Online].; Abril 2019. Disponible en: <https://doi.org/10.33326/26176033.1995.2.40>
14. Carrion A, García C. Preparación de extractos vegetales: determinación de eficiencia de metódica. Tesis previa a la obtención del título de Bioquímica y Farmacéutica en la Universidad de Cuenca, Ecuador [Online].; 2010. Disponible en: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/2483/1/tq1005.pdf>
15. Condori D, Vilcazan A. Determinación de capacidad inhibitoria microbiana con aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) y romero (*Rosmarinus officinalis*) en *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* por el método antibiograma. Tesis para optar el grado de bachiller en Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Peruana

Union de Juliaca, Perú [Online].; Diciembre 2019. Disponible en:
<https://core.ac.uk/download/478791095.pdf>

16. Cavalieri S, Harbeck R, McCarter Y, Ortez J, Rankin I, Sautter R, et al. Manual de Pruebas de Susceptibilidad antimicrobiana. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data, Páginas 39-40 [Online].; 2005. Disponible en:
<https://www3.paho.org/hq/dmdocuments/2005/susceptibilidad-antimicrobiana-manual-pruebas-2005.pdf>
17. Horna Quintana G, Silva Díaz M, Vicente Taboada W, Tamariz Ortiz J. Concentración mínima inhibitoria y concentración mínima bactericida de ciprofloxacina en bacterias uropatógenas aisladas en el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas. Revista Medica Herediana, Volumen 16, Número 1, [Online].; Marzo 2005. Disponible en:
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1018-130X2005000100007
18. Pardi G, Cardozo I. Algunas consideraciones sobre *Candida albicans* como agente etiológico de candidiasis bucal. [Online].; 2002. Disponible en:
https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652002000100003

19. Instituto Nacional del Cáncer. Cepa. [Online].; 2024. Disponible en:
<https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/cepa-de-organismos>
20. TCM. Qué son las Cepas ATCC. [Online].; 2020. Disponible en:
<https://www.tcmetrologia.com/blog/que-son-las-cepas-atcc/>
21. Dicciomed. Bráctea. [Online].; 2024. Disponible en:
<https://dicciomed.usal.es/palabra/bractea>
22. Diccionario de la Real Academia Española (DRAE). Extracto [Online].; 2025. Disponible en: <https://dle.rae.es/extracto>
23. Pérez É. y Rivas A. Determinación de la sensibilidad de los microorganismos frente a antimicrobianos de origen natural y la concentración mínima inhibitoria (CMI) por métodos fenotípicos. Departamento de Tecnología de los Alimentos de la Universidad Politécnica de Valencia [Online].; 2021. Disponible en:
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/167611/P%C3%A9rez?sequence=1>
24. Saleem H, Usman A, Fawzi M, Ahemad N. *Bougainvillea glabra* (choisy): Una revisión exhaustiva sobre botánica, usos tradicionales, fitoquímica, farmacología y toxicidad. *Revista de Etnofarmacología* [Online].; 2021. Disponible en:
<https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.113356>

25. Islam Z, Hossain T, Hossen F, Akter S, Mokammel A. Actividad antioxidante y antimicrobiana in vitro de la flor de *Bougainvillea glabra*. *Research Journal of Medicinal Plant* [Online].; 2016. Disponible en: <https://scialert.net/fulltext/fulltextpdf.php?pdf=scienceinternational/rjmp/2016/228-236.pdf>
26. Frieri M, Kumar A, Boutin A. Resistencia a los antibióticos. *Department of Medicine*. [Online].; 2016. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2016.08.007>
27. Hemeg HA, Moussa IM, Ibrahim S., Dawoud TM, Alhaji JH, Mubarak AS. Efecto antimicrobiano de diferentes extractos de plantas herbáceas contra diferentes poblaciones microbianas. *Revista Saudita de Ciencias Biológicas* [Online].; 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.08.015>
28. Heuer S., Richter S., Metzger JW, Wray V., Nimtzt M., Strack D. Betacianinas de brácteas de *Bougainvillea glabra*. *Phymchmiary*. Vol. 37. No. 3. pp. 761-767, 1994. [Online].; 1994. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)90354-6](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)90354-6)
29. Perales Y., Leysa M. Cribado fitoquímico y actividad antibacteriana del extracto de *Bougainvillea glabra* como posibles fuentes de agentes antibacterianos y modificadores de la resistencia. [Online].;

2012. Disponible en:

<https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20133091181>

30. Marrelli M. Plantas medicinales. Medicinal Plants. [Online].; 2021.

Disponible en: <https://doi.org/10.3390/plants10071355>

31. Lobiuc A., Pavăl NE, Mangalagiu, Gheorghiu R., Teliban GC, Amăriucăi-Mantu D. Futuros antimicrobianos: fenólicos naturales y funcionalizados. Molecules 28, 1114. [Online].; 2021, Disponible en:

<https://doi.org/10.3390/molecules28031114>

ANEXOS

Anexo 1. Limpieza de las muestras de hojas de buganvilia.



Anexo 2. Constancia de identificación taxonómica de la especie de buganvilla.



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



CONSTANCIA DE IDENTIFICACION TAXONOMICA

Yo Dr. Pablo Juan Franco León Docente de la Facultad de Ciencias, de la Cátedra de Botánica de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, dejo constancia que:

La muestra alcanzada al laboratorio de Botánica por Esther Elizam Pari Alave, identificado con DINI N° 70847523; 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: "Actividad antimicrobiana in vitro del extracto etanólico de hojas de Buganvilla (*Bougainvillea* sp.) frente a *Escherichia coli* ATCC 8720, *Staphylococcus aureus* ATCC 10231 y *Candida albicans* ATCC 10231", ha sido estudiada y clasificada como: *Bougainvillea spectabilis* y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación de Cronquist (1988).

DIVISIÓN MAGNOLIOPHYTA
CLASE MAGNOLIOPSIDA
ORDEN CARYOPHYLLALES
FAMILIA NYCTAGINACEAE
GÉNERO *Bougainvillea*
ESPECIE *Bougainvillea spectabilis* Willd 1799

Nombre vulgar: Buganvilla

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

Tacna, 05 de noviembre del 2024



Pablo Juan Franco León
C.B.T. 2077

Anexo 3. Preparación del macerado de hojas pulverizadas de buganvilia.



Anexo 4. Extracto en proceso de maceración.



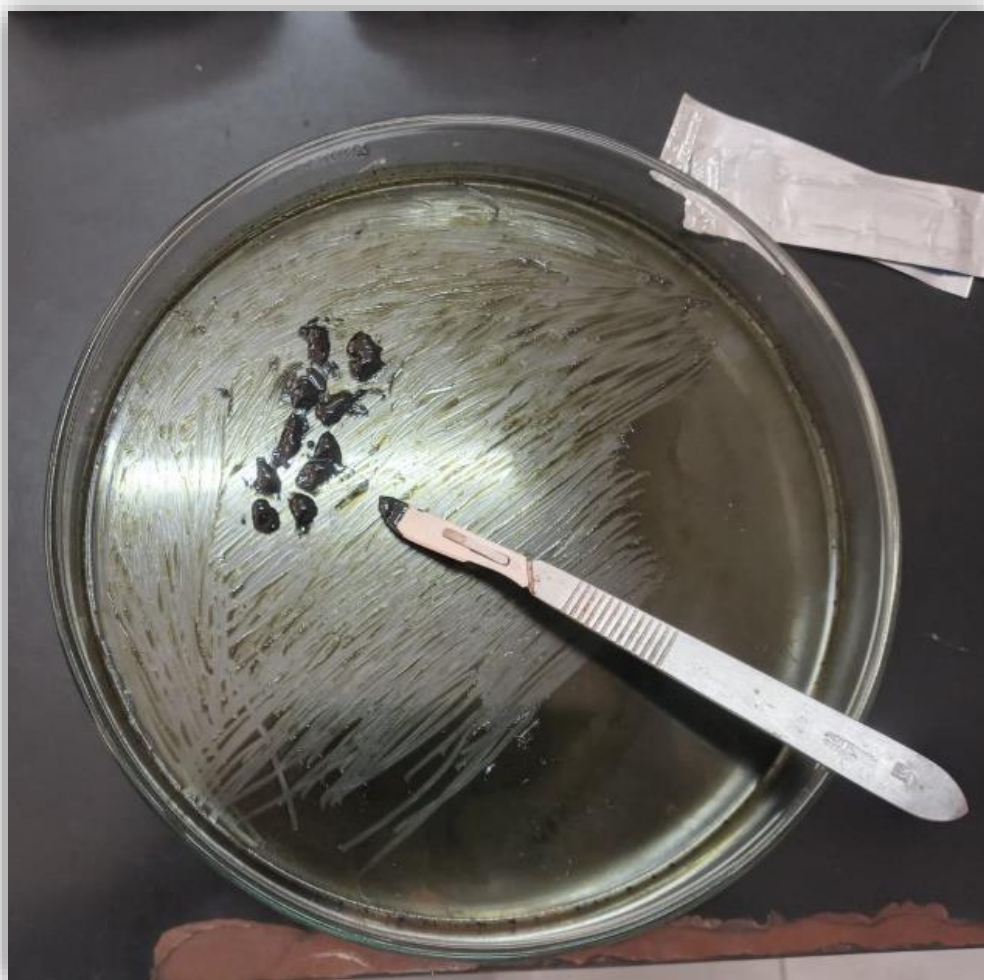
Anexo 5. Limpieza y esterilización del material de vidrio.



Anexo 6. Filtración del macerado.



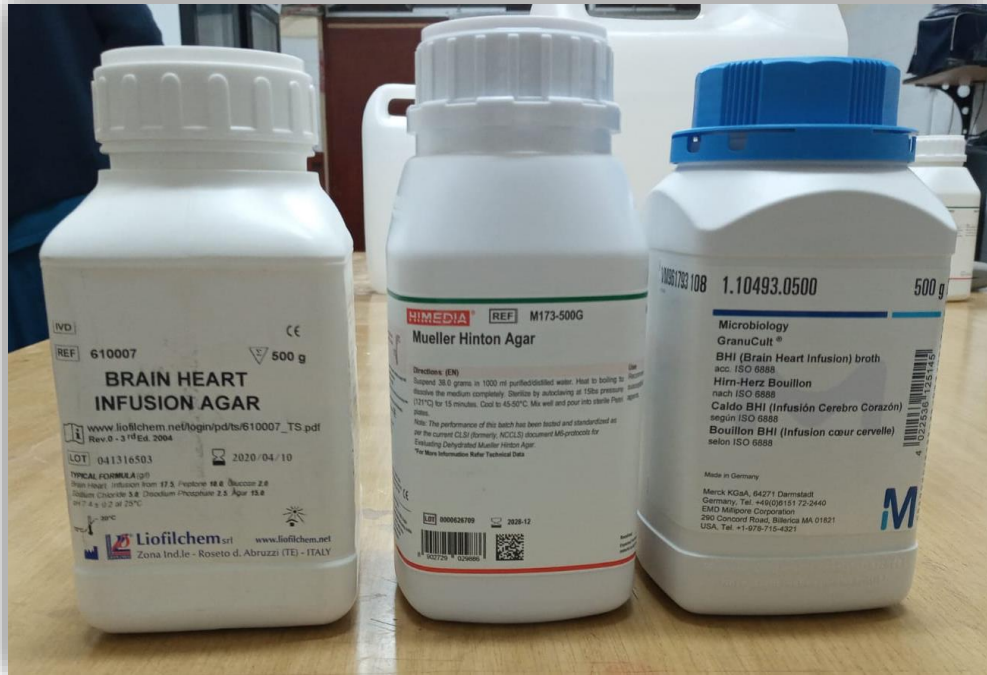
Anexo 7. Extracto etanólico seco.



Anexo 8. Inactivación y esterilización de los discos de inhibición.



Anexo 9. Agares empleados.



Anexo 10. Preparación del caldo MH.



Anexo 11. Inoculación de las cepas microbianas en caldo MH.



Anexo 12. Placas inoculadas previo a la incubación.



Anexo 13. Placas listas para la lectura del diámetro de los halos.



Anexo 14. Ensayo de determinación de la CMI y CMF.



Anexo 15. Actividad antifúngica del extracto de etanólico de buganvilia frente a *Candida albicans*.

