

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



**TESIS:**

**Actividad antibacteriana de los extractos etanólico y  
acuoso de las hojas de *Tropaeolum majus* “mastuerzo”  
frente a *Staphylococcus saprophyticus* ATCC 15305.**

**Ayacucho - 2021**

Para optar el título profesional de:

**BIÓLOGA, ESPECIALIDAD: MICROBIOLOGÍA**

PRESENTADO POR:

**Bach. Yaneth AGUIRRE ROJAS**

ASESORA:

**Mtra. Ruth Elsa HUAMÁN DE LA CRUZ**

**AYACUCHO - PERÚ**

**2024**

A nuestro padre celestial, fuente de mi fortaleza.  
A mi papá, mamá y hermanas, a Juan Carlos,  
Armando y mis amigos. Gracias por su confianza,  
ayuda y motivaciones.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, mi *Alma Mater*, por haberme permitido adquirir conocimientos y experiencias que fueron base para formarme íntegramente como profesional.

A la Facultad de Ciencias Biológicas y a la Escuela Profesional de Biología por su acogida durante estos cinco años y en especial a su plana de docentes, quienes fueron parte de mi formación profesional, brindándome sus conocimientos.

A la Mtra. Q.F. Vivian Vilma Falconi Oré, docente de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica, co-asesora del trabajo de investigación por el apoyo en la ejecución del tamizaje fitoquímico del *Tropaeolum majus* “mastuerzo”.

Al Mg. Reynán Cóndor Alarcón por el apoyo en la parte estadística cuyas sugerencias y correcciones contribuyeron en la culminación de la investigación.

A la Mg. Blga. Ruth Elsa Huamán De La Cruz, docente de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Escuela Profesional de Biología por el asesoramiento, paciencia y consejos que permitieron la elaboración y finalización del presente trabajo de investigación.

## ÍNDICE GENERAL

|                                                                     | Página |
|---------------------------------------------------------------------|--------|
| DEDICATORIA                                                         | ii     |
| AGRADECIMIENTOS                                                     | iii    |
| ÍNDICE GENERAL                                                      | iv     |
| ÍNDICE DE TABLAS                                                    | vi     |
| ÍNDICE DE FIGURAS                                                   | vii    |
| ÍNDICE DE ANEXOS                                                    | viii   |
| RESUMEN                                                             | x      |
| I. INTRODUCCIÓN                                                     | 1      |
| II. MARCO TEÓRICO                                                   | 3      |
| 2.1. Antecedentes                                                   | 3      |
| 2.2. Marco conceptual                                               | 6      |
| 2.2.1. Planta medicinal                                             | 6      |
| 2.2.2. Actividad antibacteriana                                     | 6      |
| 2.2.3. Halos de inhibición                                          | 6      |
| 2.2.4. Principios activos                                           | 7      |
| 2.2.5. Drogas vegetales                                             | 7      |
| 2.2.6. Antibiótico                                                  | 7      |
| 2.2.7. Cepa bacteriana                                              | 7      |
| 2.2.8. Cepas ATCC                                                   | 7      |
| 2.2.9. Concentración Mínima Inhibitoria (CMI)                       | 7      |
| 2.2.10. Concentración Mínima Bactericida (CMB)                      | 7      |
| 2.3. Bases teóricas                                                 | 8      |
| 2.3.1. <i>Tropaeolum majus</i> (mastuerzo)                          | 8      |
| 2.3.2. Extractos vegetales                                          | 11     |
| 2.3.3. Tamizaje fitoquímico                                         | 11     |
| 2.3.4. Métodos de extracción                                        | 11     |
| 2.3.5. Procedimiento de evaluación para la actividad antibacteriana | 12     |
| 2.3.6. Gentamicina                                                  | 13     |
| 2.3.7. <i>Staphylococcus saprophyticus</i>                          | 13     |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS                                           | 15     |
| 3.1. Lugar de ejecución                                             | 15     |
| 3.1.1. Población                                                    | 15     |
| 3.1.2. Muestra vegetal                                              | 15     |

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| 3.1.3. Microorganismo de ensayo                                   | 15 |
| 3.1.4. Controles                                                  | 15 |
| 3.2. Metodología y recolección de datos                           | 15 |
| 3.2.1. Disposición de la muestra vegetal                          | 15 |
| 3.2.2. Preparación de los extractos                               | 16 |
| 3.2.3. Obtención de las concentraciones                           | 16 |
| 3.2.4. Tamizaje fitoquímico                                       | 17 |
| 3.2.5. Determinación de la actividad antibacteriana               | 17 |
| 3.2.6. Determinación de la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) | 19 |
| 3.2.7. Determinación de la Concentración Mínima Bactericida (CMB) | 19 |
| 3.3. Tipo de investigación                                        | 19 |
| 3.4. Análisis estadístico                                         | 19 |
| IV. RESULTADOS                                                    | 20 |
| VI. CONCLUSIONES                                                  | 33 |
| VII. RECOMENDACIONES                                              | 34 |
| VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS                                  | 35 |
| ANEXOS                                                            | 42 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                                                                                                                                                                                       | Pág. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Tabla 1. Metabolitos secundarios del mastuerzo <i>Tropaeolum majus</i>                                                                                                                                                                                | 10   |
| Tabla 2. Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) y Concentración Mínima Bactericida (CMB) de los extractos etanólico y acuoso de las hojas <i>Tropaeolum majus</i> “mastuerzo” frente a <i>Staphylococcus saprophyticus</i> ATCC 15305, Ayacucho 2023. | 24   |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                                                                              | Pág. |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Figura 1. Promedio de los diámetros de los halos de inhibición a distintas concentraciones de extracto etanólico de las hojas de <i>Tropaeolum majus</i> “mastuerzo” frente a <i>Staphylococcus saprophyticus</i> ATCC 15305, Ayacucho 2023. | 21   |
| Figura 2. Promedio de los diámetros de los halos de inhibición a distintas concentraciones de extracto acuoso de las hojas de <i>Tropaeolum majus</i> “mastuerzo” frente a <i>Staphylococcus saprophyticus</i> ATCC 15305, Ayacucho 2023.    | 22   |
| Figura 3. Porcentaje de inhibición de los extractos etanólico y acuoso de las hojas de <i>Tropaeolum majus</i> “mastuerzo” frente al estándar de gentamicina, Ayacucho 2023.                                                                 | 23   |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|                                                                                                                                                                                                        | Pág. |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Anexo 1. Constancia de identificación taxonómica de <i>Tropaeolum majus</i> “mastuerzo”. Ayacucho, 2023.                                                                                               | 43   |
| Anexo 2. Certificado de análisis de la cepa <i>Staphylococcus saprophyticus</i> ATCC 15305 adquirido por GenLab del Perú, 2023.                                                                        | 44   |
| Anexo 3. Carta de conformidad de co-asesora                                                                                                                                                            | 45   |
| Anexo 4. Fotografía de la planta de <i>Tropaeolum majus</i> “mastuerzo”. Ayacucho, 2023.                                                                                                               | 46   |
| Anexo 5. Recolección, desecación y trituración de las hojas de <i>Tropaeolum majus</i> “mastuerzo”.                                                                                                    | 47   |
| Anexo 6. Preparación de los extractos etanólico y acuoso de las hojas de <i>Tropaeolum majus</i> “mastuerzo”.                                                                                          | 48   |
| Anexo 7. Reactivación y cultivo joven de la cepa de <i>Staphylococcus saprophyticus</i> ATCC 15305. Ayacucho, 2023.                                                                                    | 49   |
| Anexo 8. Determinación de la actividad antibacteriana de los extractos etanólico y acuoso de las hojas de <i>Tropaeolum majus</i> “mastuerzo” frente a <i>Staphylococcus saprophyticus</i> ATCC 15305. | 50   |
| Anexo 9. Halos de inhibición de los extractos etanólico y acuoso de las hojas de <i>Tropaeolum majus</i> . Ayacucho, 2023.                                                                             | 51   |
| Anexo 10. Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) y Concentración Mínima Bactericida (CMB) de los extractos etanólico de las hojas de <i>Tropaeolum majus</i> “mastuerzo”. Ayacucho, 2023.              | 52   |
| Anexo 11. Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) y Concentración Mínima Bactericida (CMB) de los extractos acuoso de las hojas de <i>Tropaeolum majus</i> “mastuerzo”. Ayacucho, 2023.                 | 53   |
| Anexo 12. Esquema de identificación de metabolitos secundarios de los extractos etanólico y acuoso de las hojas de <i>Tropaeolum majus</i> “mastuerzo”.                                                | 54   |
| Anexo 13. Protocolo de identificación de metabolitos secundarios de los extractos etanólico y acuoso de las hojas de <i>Tropaeolum majus</i> “mastuerzo”.                                              | 55   |

|           |                                                                                                                                                                                                      |    |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Anexo 14. | Metabolitos secundarios presentes en los extractos etanólico y extracto acuoso de las hojas <i>Tropaeolum majus</i> “mastuerzo”. Ayacucho, 2023.                                                     | 56 |
| Anexo 15. | Datos de la Actividad antibacteriana de los extractos etanólico y acuoso de las hojas de <i>Tropaeolum majus</i> “mastuerzo” frente a <i>Staphylococcus saprophyticus</i> ATCC 15305. Ayacucho 2023. | 57 |
| Anexo 16. | Prueba P de normalidad del diámetro de los halos de inhibición del extracto etanólico de las hojas de <i>Tropaeolum majus</i> “mastuerzo”.                                                           | 58 |
| Anexo 17. | Prueba P de normalidad del diámetro de los halos de inhibición del extracto acuoso de las hojas de <i>Tropaeolum majus</i> “mastuerzo”.                                                              | 58 |
| Anexo 18. | Prueba de análisis de varianza (ANOVA) del extracto etanólico de las hojas de <i>Tropaeolum majus</i> “mastuerzo”.                                                                                   | 58 |
| Anexo 19. | Comparaciones de medias de Tukey de halos de inhibición del extracto etanólico de las hojas de <i>Tropaeolum majus</i> “mastuerzo” a distintas concentraciones.                                      | 59 |
| Anexo 20. | Prueba de análisis de varianza (ANOVA) del extracto acuoso de las hojas de <i>Tropaeolum majus</i> “mastuerzo”.                                                                                      | 59 |
| Anexo 21. | Comparaciones de medias de Tukey de halos de inhibición del extracto acuoso de las hojas de <i>Tropaeolum majus</i> “mastuerzo” a distintas concentraciones.                                         | 59 |
| Anexo 22. | Matriz de consistencia                                                                                                                                                                               | 60 |

## RESUMEN

La investigación se centró en evaluar la actividad antibacteriana de los extractos etanólico y acuoso de las hojas de *Tropaeolum majus* “mastuerzo” frente a *Staphylococcus saprophyticus* ATCC 15305, realizado de mayo a octubre del 2023 en el Laboratorio de Microbiología Ambiental de la Escuela Profesional de Biología. El screening fitoquímico se ejecutó en el Laboratorio de Bioquímica de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica. La investigación fue de tipo básica-experimental. Para evaluar la actividad antibacteriana se utilizó el Método de Difusión de Pozos en Agar y para estimar la Concentración Inhibitoria Mínima (CMI) y la Concentración Mínima Bactericida (CMB) se empleó el Método de Dilución en Caldo. Se empleó concentraciones de 100, 200, 300, 400 y 500 mg/mL; agua destilada como control negativo y gentamicina de 10  $\mu$ g como control positivo. Los extractos contienen flavonoides, taninos y compuestos fenólicos. Para el extracto etanólico la concentración de 500 mg/mL presentó mayor actividad antibacteriana con un halo inhibidor promedio de 12,16 mm y un porcentaje de inhibición de 46,20 %; tuvo una CMI de 18,75 mg/mL y una CMB de 37,5 mg/mL. Del mismo modo, el extracto acuoso a una concentración de 500 mg/mL mostró mayor actividad antibacteriana con un halo inhibidor promedio de 10,78 mm y un porcentaje de inhibición de 40,68 %; la CMI fue de 37,5 mg/mL y tuvo una CMB de 75 mg/mL; a diferencia de la gentamicina (10  $\mu$ g) que mostró 100 % de porcentaje de inhibición. Aunque ninguno de los extractos obtuvo mejores resultados que el control positivo, el extracto etanólico fue estadísticamente superior al extracto acuoso. Se concluye que los extractos etanólico y acuoso de las hojas de *Tropaeolum majus* “mastuerzo” tienen actividad antibacteriana frente a *Staphylococcus saprophyticus* ATCC 15305, el cual va aumentando en función de su concentración.

**Palabras clave:** *Tropaeolum majus* “mastuerzo”, actividad antibacteriana, extracto etanólico.

## I. INTRODUCCIÓN

La investigación se centra en la actividad antibacteriana de la planta *Tropaeolum majus* “mastuerzo” contra *Staphylococcus saprophyticus* ATCC 15305, en la que se describe y analiza la importancia de esta planta medicinal, mediante sus extractos etanólico y acuoso se enfrenta ante una bacteria uropatógena.

Desde la antigüedad, las plantas medicinales han sido aprovechadas a razón de su uso medicinal y preventivo; en la actualidad, algunas especies vegetales son prometedoras en etnofarmacología y para reducir la resistencia bacteriana (Frías et al., 2016). La Organización Mundial de la Salud (OMS) sostiene que dichas plantas son alternativas seguras y eficaces frente a los fármacos, ya sean solas o en combinación con ellos. Son apreciadas por ser asequibles, menos dañinas que los productos sintéticos y útiles de diversas maneras para ayudar a las personas a estar más sanas mediante sus extractos (Gallegos, 2016). Además, siguen siendo una alternativa antibacteriana natural, ya que los extractos obtenidos de plantas poseen principios activos y a concentraciones adecuadas se les hace frente a microorganismos asociados con enfermedades infecciosas (Daza, 2020); por ello, son una opción principal de combatir y resolver el control de enfermedades que afecta a la población rural y urbano.

Una de las plantas de uso medicinal poco conocida en trabajos de investigación en la región de Ayacucho es *Tropaeolum majus* L. “mastuerzo”; nativo del Perú, utilizado tradicionalmente para aliviar y tratar infecciones urinarias de forma empírica, y numerosos estudios han demostrado que tiene propiedades antibacterianas, antiinflamatorias, antifúngicas y antisépticas.

Su consumo se realiza mediante infusión de sus hojas y ramas secas o fragmentadas. El “mastuerzo” seco se filtra diez minutos después de añadirlo a una cucharada de postre con agua hervida. Se recomienda consumir dos o tres vasos al día (Nanzi, 1999).

Los tallos y las flores del "mastuerzo" tienen propiedades antifúngicas, digestivas y aperitivas, mientras que los extractos de las hojas inhiben el aumento de bacterias dañinas como *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* actuando como antibiótico bacteriostático en la terapia de infecciones en el sistema urinario (cistitis y pielonefritis) (Vásquez et al., 2010).

Las infecciones urinarias (ITU) están dentro de las enfermedades más prevalentes que aquejan a pacientes de todas las edades, principalmente mujeres jóvenes, y que surgen ya sea en la comunidad o en el entorno hospitalario después de una enfermedad respiratoria (Mortazavi et al., 2019). *Staphylococcus saprophyticus* (5-10 %) es uno de los agentes causales más frecuentemente aislados de urocultivos, con variaciones según la población de estudio (Chávez et al., 2018). Esta bacteria tiene importancia clínica porque afecta a mujeres embarazadas o sexualmente activas; adicionalmente, es la segunda causa más común de cistitis después de *Escherichia coli* (Gil, 2018); además, puede ocasionar complicaciones como uretritis, epididimitis y prostatitis (Rodríguez, 2022).

En consecuencia, se evaluó en este estudio el efecto antibacteriano contra *Staphylococcus saprophyticus* ATCC 15305 utilizando los extractos etanólico y acuoso de *Tropaeolum majus* "mastuerzo" de las hojas a diversas concentraciones; presentando las siguientes finalidades:

### **Objetivo general**

Evaluar la actividad antibacteriana de los extractos etanólico y acuoso de las hojas de *Tropaeolum majus* "mastuerzo" frente a *Staphylococcus saprophyticus* ATCC 15305.

### **Objetivos específicos**

1. Determinar el porcentaje de inhibición de los extractos etanólico y acuoso de las hojas de *Tropaeolum majus* "mastuerzo" frente al estándar de gentamicina.
2. Determinar la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) y la Concentración Mínima Bactericida (CMB) para *Staphylococcus saprophyticus* ATCC 15305, usando los extractos de las hojas de *Tropaeolum majus* "mastuerzo".

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Internacionales

Chamorro et al. (2018) en México, emplearon la prueba de sensibilidad antibacteriana, evaluaron los efectos de los extractos de *Tropaeolum majus* en carne de cerdo. Sus hallazgos mostraron halos inhibitorios a concentraciones de 80 µL sobre cepas de *Salmonella* 6017, *Staphylococcus* 35984 y *Pseudomona* 9027. Para *Staphylococcus* 35984, el extracto metanólico acuoso la CMI resultó ser de 0,25 mg/mL, en cambio el extracto metanólico etanólico fue de 0,03125 mg/mL. El extracto metanólico acuoso para *Pseudomona* 9027 la CMI fue de 0,215 mg/mL, pero la CMI del extracto metanólico etanólico fue de 0,03125 mg/mL. Del mismo modo, la CMI del extracto metanólico acuoso y del extracto metanólico etanólico para *Salmonella* 6017 fue de 0,25 mg/mL y 0,125 mg/mL, respectivamente. Concluyeron que los extractos tienen actividad inhibidora.

Durán et al. (2018) en Ecuador, analizaron ciento dieciséis urocultivos en mujeres no gestacionales de todas las edades; en el que determinaron la sensibilidad, prevalencia y resistencia antimicrobiana. *Staphylococcus saprophyticus* (8,6 %), *Proteus* spp. (6,9 %) y *Escherichia coli* (84,5 %) fueron los uropatógenos aislados. Donde *E. coli* presentó una sensibilidad del 70 % a la ceftriaxona, 62 % a la fosfomicina y del 60 % a la gentamicina, y en el caso de *Proteus* spp., 75 % a la cefuroxina y del 50 % a las quinolonas y para *Staphylococcus saprophyticus* mostró una sensibilidad del 50 % a la gentamicina, nitrofurantoína, quinolonas y a la ampicilina sulbactam.

Mira (2017) en Ecuador, evaluó el poder antimicrobiano del mastuerzo (*Tropaeolum majus* L.) y tomillo (*Thymus vulgaris*) frente *Staphylococcus aureus* con un solvente de etanol al 96,8 % a concentraciones de 1 %, 5 %, 10 %, 30 %, 50 %, 70 % y 90 %; asimismo, evaluó la CMI por microdilución en caldo con un

inóculo bacteriano en la escala de 0.5 McFarland. El tubo al 1 % no presentó crecimiento de colonias, concluyendo que el extracto no presenta actividad antimicrobiana; además, no hubo significativas diferencias entre los tratamientos 5 % y 10 % mediante el análisis de varianza.

Chikezie (2017) en Nigeria, determinó la CMB y CMI para *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, mediante el método de tubo de dilución (DTM), siendo una modificación del método de dilución (DM). Demostró mediante doble dilución que los caldos que contenían concentraciones de gentamicina inhiben el crecimiento bacteriano, incubados a 37 °C durante 18 a 24 horas, el tubo de CMI mostró crecimiento y se volvió turbio después de la incubación; mientras que la CMB permaneció transparente.

### **2.1.2. Nacionales**

Meza y Tolentino (2023) en Huancayo, emplearon el método de Kirby Bauer para examinar la capacidad antibacteriana del extracto de *Tropaeolum majus*, conocido como "mastuerzo", frente a *Pseudomona aeruginosa*, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. Se utilizaron niveles de concentración del 25 %, 50 %, 75 % y 100 %, y se incluyeron como referencia positiva la Amikacina, Penicilina, Ciprofloxacino, Sulfametoxazol y Trimetoprima. La bacteria *Staphylococcus aureus* mostró sensibilidad ante una concentración del 100 %. Se determinó que las propiedades antibacterianas del extracto etanólico tienen efecto en las cepas utilizadas.

Romero y Baldeón (2019) en Lima, evaluaron el efecto antibacteriano del extracto etanólico de la planta mastuerzo (*Tropaeolum majus* L.) contra *Staphylococcus epidermidis*, en el que obtuvieron el extracto por maceración en etanol al 40 % en un periodo de una semana utilizando el método de difusión, usaron concentraciones de 100 %, 75 %, 50 % y 25 % partiendo de una solución principal (500 mg/mL). Al cabo de 24 horas, los halos crecían en proporción directa a las concentraciones utilizadas, cada día, evidenciando un halo inhibidor superior al 40 % del extracto con un diámetro de 16 mm. La CMI resultó ser del 8,75 % (v/v) y la CMB del 17,5 % (v/v) utilizando la técnica de macrodilución. Concluyeron que el extracto etanólico del mastuerzo posee efecto antibacteriano ante *Staphylococcus epidermidis*.

Chirinos y Chota (2018b) en Trujillo, determinaron que el extracto del mastuerzo "*Tropaeolum majus*" tiene propiedades antibacterianas contra *Streptococcus mutans* ATCC 25175 in vitro. Tras una semana de maceración con etanol a 40°,

extrajeron el extracto y elaboraron una solución madre al 70 % (v/v), que luego diluyeron para obtener concentraciones de 10 %, 20 %, 30 % y 40 % (v/v). Al 40 % las medidas de los halos de inhibición (16 mm) fue mayor, y en todas las placas el tamaño de los halos aumentaba en proporción directa a las concentraciones aplicadas. Calcularon la CMI utilizando el método de macrodilución, que arrojó un 8,75 % (v/v), y obtuvieron la CMB del 17,5 % (v/v) utilizando la técnica de siembra en superficie. Concluyeron que el extracto hidroalcohólico del "mastuerzo" muestra propiedades que combate a la bacteria.

Aguirre en Trujillo, utilizando el método Kirby Bauer, evaluó *in vitro* la actividad antibacteriana del extracto etanólico de *Tropaeolum majus*, conocida como "mastuerzo", contra la bacteria *Escherichia coli* causante de infecciones urinarias. Se creó una solución base al 100 % (concentración de 1000 µg/mL) y luego se redujo a un 25 % (250 ug/mL), un 50 % (500 ug/mL) y un 75 % (750 ug/mL) mediante dilución. El extracto etanólico mediante los resultados mostraron que tenía acción antibacteriana contra la *Escherichia coli* uropatógena, presentando una CMI del 75 % (750 ug/mL) y una alta sensibilidad a la concentración del 75 %. Tenorio y Estrada (2016) en Lambayeque, ensayaron el extracto etanólico del mastuerzo (*Tropaeolum majus*) *in vitro* contra *Escherichia coli* a través del método de Kirby Bauer. A partir de una solución madre (50 % v/v), pudieron obtener concentraciones del 30 %, 40 % y 50 % (v/v). Tras determinar el promedio de los halos inhibidores para *Escherichia coli*, que fueron 30 % v/v (20,11 mm), 40 % v/v (23,57 mm) y 50 % v/v (26,55 mm) infirieron que el extracto etanólico presenta actividad inhibitoria.

Huanquis y León (2015) examinaron la capacidad antibacteriana de los extractos metanólicos obtenidos de las hojas y las flores de *Tropaeolum majus* L. "mastuerzo" frente a las cepas de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* en Huancayo. Se descubrió que los extractos metanólicos de las hojas en concentraciones del 10 %, 30 % y 60 % (v/v) tienen una actividad antibacteriana limitada contra *Staphylococcus aureus*; por el contrario, estas mismas concentraciones para *Escherichia coli* mostraron halos inhibitorios significativos; mientras que el extracto metanólico de las flores para *Staphylococcus aureus* a concentraciones del 10 %, 30 % y 60 % (v/v) en comparación con *Escherichia coli* fue menor. Concluyeron que el tamaño de los halos inhibitorios incrementa de forma directamente proporcional a la concentración de extracto metanólico.

Aspauza (2015) en Trujillo, analizó el extracto etanólico de las hojas y flores de *Tropaeolum majus* "mastuerzo" contra *Staphylococcus aureus* ATCC 25923

resistente a meticilina (SARM) usando el método de propagación en disco. Los discos fueron embebidos con concentraciones de: 210,7 µg/mL, 158,02 µg/mL, 105,35 µg/mL, 52,675 µg/mL y 10,535 µg/mL; estos discos mostraron halos de inhibición que aumentaban proporcionalmente con la concentración. Mediante el método de macrodilución (tubos) evaluó el efecto inhibidor del crecimiento de SARM; cuyo CMI fue de 210,7 µg/mL. Concluyó que el mastuerzo muestra capacidad para inhibir cepas SARM ATCC 25923.

### **2.1.3. Locales**

Llantoy (2013), empleó el método de Kirby Bauer para analizar la acción antibacteriana de los extractos acuosos y etanólicos de las hojas y flores de la planta piquipichana (*Schkuhria pinnata*) frente a *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 y *Streptococcus pyogenes* ATCC 19615, en concentraciones que variaron entre 50 y 500 mg/mL. Las flores al ser sometidas a un proceso de extracción con etanol, revelaron una mayor eficacia contra *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, con un halo de inhibición de 24,3 mm a una concentración de 500 mg/mL. Además, se observó que el extracto logró inhibir en un 71,19 % a *Streptococcus pyogenes* ATCC 19615, aunque en menor medida. Mediante la técnica de dilución, se determinó que la CMI para *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 a 500 mg/mL era de 100 mg/mL, mientras que la CMB fue de 200 mg/mL.

## **2.2. Marco conceptual**

### **2.2.1. Planta medicinal**

Se refiere a todos los vegetales que tienen propiedades beneficiosas para la salud y pueden usarse directamente, maceradas o en infusiones a fin de optimizar y restaurar la salud de las personas con alguna patología. Usada tradicionalmente como alternativa medicinal, en la actualidad se emplea como sustituto de fármacos o junto con otras plantas medicinales mejoran las condiciones de salud mediante la preparación de sus extractos de diversas formas (Ortiz, 2023).

### **2.2.2. Actividad antibacteriana**

Es cuando una sustancia tiene la capacidad de producir un efecto y se determina midiendo su halo de inhibición, que incluye su actividad para inhibir un microorganismo específico (Flores y Puente, 2016).

### **2.2.3. Halos de inhibición**

Zona donde se inhibe el crecimiento del microorganismo, es mayor cuando más sensible es el microorganismo al tratamiento. Impide el crecimiento de un microorganismo a causa de la propagación del principio activo en un medio sólido, dando lugar a la formación de un halo inhibidor (Najarro, 2014).

#### **2.2.4. Principios activos**

Parte de una planta medicinal que poseen efectos farmacológicos y se extraen a base de drogas vegetales que provocan un efecto en el organismo; también son conocidos como fármacos (Carrión y García, 2010).

#### **2.2.5. Drogas vegetales**

Constituidos por las hojas, flores, tallos, raíces, semillas y frutos de una planta medicinal que contienen uno o más sustancias activas que se extraerán posteriormente (Carrión y García, 2010).

#### **2.2.6. Antibiótico**

Sustancias derivadas de organismos vivos, generalmente microorganismos, o modificaciones químicas de los mismos. Están diseñados para tratar a pacientes que acuden con síntomas y signos de infección y se utilizan para tratar infecciones bacterianas locales o sistémicas. Su función es eliminar o inhibir que otros microorganismos infecciosos proliferen (Ramírez y Castaño, 2009).

#### **2.2.7. Cepa bacteriana**

Es un cultivo puro formado por una única bacteria aislada (Sacsquispe y Velásquez, 2002).

#### **2.2.8. Cepas ATCC**

Recomendadas por el CLSI (Clinical and Laboratory Standards Institute) para el control interno de calidad de los análisis de susceptibilidad antimicrobiana; estas cepas se eligen en función de su fiabilidad en una serie de técnicas de referencia, así como de su sensibilidad o resistencia ante distintos agentes antimicrobianos (Moroch, 2018).

#### **2.2.9. Concentración Mínima Inhibitoria (CMI)**

Nivel más reducido de concentración de un extracto vegetal o antibiótico que puede impedir el crecimiento bacteriano evidente durante una incubación de 24 horas; este método se utiliza para controlar, confirmar la actividad y resistencia de los antimicrobianos (Ramírez y Castaño, 2009).

#### **2.2.10. Concentración Mínima Bactericida (CMB)**

Cuenta con la cantidad justa de un antibiótico requerida para erradicar el 99,9% de las bacterias o  $10^5$  bacterias (una muestra de microorganismo inyectada en condiciones estándar) en 24 horas de incubación tras subcultivo en un medio libre del compuesto evaluado (Hernández y Hernández, 2018).

## **2.3. Bases teóricas**

### **2.3.1. *Tropaeolum majus* (mastuerzo)**

#### **a. Taxonomía**

Según la clasificación de Cronquist A. (1981), su categorización es:

|               |                              |
|---------------|------------------------------|
| División      | : Magnoliophyta              |
| Clase         | : Magnoliopsida              |
| Subclase      | : Rosidae                    |
| Orden         | : Geraniales                 |
| Familia       | : Tropaeolaceae              |
| Género        | : <i>Tropaeolum</i>          |
| Especie       | : <i>Tropaeolum majus</i> L. |
| Nombre vulgar | : “mastuerzo”.               |

Fuente: Expedido por el Blog. Campos De La Cruz José Ricardo (2023), consultor botánico, especialista en identificación taxonómica de especímenes y productos de flora (Anexo 1).

#### **Sinonimia**

Mastuerzo del Perú, Texao, Capuchina, Chaguinha, Flor de amor, Espuela de galán, Taco de reina, Mastuerzo de indias, Berro de México (Nanzi, 1999; Ventura, 2019) y en algunos lugares de Ayacucho como Mallao.

#### **b. Distribución geográfica y origen**

Originario de los Andes peruanos, también se encuentra en Colombia, Brasil, México y Argentina (Arellano et al., 2015). Actualmente distribuido por todo el mundo (Brondani et al., 2016).

Cultivada desde el siglo XVII en toda Europa por sus propiedades medicinales y decorativas (Bazylko et al., 2013); conocida como “ticsau” y “aparacay” en la sierra, propagada por semillas y partes de los tallos en ambientes húmedos. Pueden ser invasoras y competir con las plantas locales. Crece en la sierra, costa y selva de nuestro país (Bezada et al., 2016).

#### **c. Descripción botánica**

Hierba postrada ligeramente succulenta.

- Hojas alternas, simples, peltinervadas y peltadas (pecíolo insertado cerca del centro del limbo). El limbo nerviado orbicular de 4-15 cm.
- Tallos delicados, tendidos o erguidos con la ayuda de pecíolos en forma de zarcillos.
- Flores solitarias de 3-6 cm, zigomorfas, con extensos pedúnculos, ubicadas En las axilas de las hojas se encuentra un cáliz pentámero con un espolón de 2-4 cm que prolonga el sépalo dorsal. Corola pentámera (2 superiores y 3

inferiores) con pétalos libres; rojizos, amarillos o anaranjados y 8 estambres en la base. Ovario tricarpelado con triple estigma (cada lóculo contiene un óvulo).

- El fruto es esquizocarpo con 3 aquenios globosos redondeados en 3 ángulos (Loja, 2002; Rzedowski y Calderón, 2001).

### **Fenología**

Emergencia, dos hojas reales, botón floral, floración, producción de frutos y maduración (Almidón, 2021).

### **Toxicidad**

Las semillas son tóxicas y no se deben consumir (Nanzi, 1999).

### **d. Composición química**

Desde una perspectiva química, la planta del mastuerzo contiene una alta concentración de vitamina C junto con glucosinalatos, terpenoides, carotenoides, flavonoides (glucósidos de quercetina e isoquercetina, helenina), isotiocianatos, antacianinas y compuestos fenólicos (Garzón et al., 2015).

### **e. Proceso de acción antibacteriano**

Todas las partes de la planta contienen glucotropeolina; cuando este glucósido es activado por la enzima propia de la planta, la mirosina, se producen diversos compuestos, entre ellos el isotiocianato de bencilo (Nanzi, 1999).

Su efecto antibacteriano es a causa de este principio activo isotiocionato de bencilo (producto de degradación de la glucotropeolina), que inhibe las enzimas clave en la disrupción de la membrana celular (Bazylko et al., 2013). Por otro lado, el tanino, libera antocianidina por hidrólisis ácida, su función antimicrobiana es privar a los microorganismos de su entorno ideal, evitando su proliferación y desarrollo (Acosta, 2006).

### **f. Metabolitos secundarios**

Compuestos que no son indispensables para el crecimiento, reproducción o desarrollo de las plantas. Estos compuestos se encuentran actualmente en estudio con vistas a su uso clínico tras demostrar su eficacia y seguridad (Kuzhuppillymyal et al., 2023). Se distribuyen de manera diferente, muchas se distinguen por sus diversos usos y aplicaciones (Ávalos y Pérez, 2011).

**Tabla 1.** Metabolitos secundarios del mastuerzo *Tropaeolum majus* (Romero y Baldeón, 2019).

| Metabolitos         | Efecto farmacológico                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Antocianinas        | Las antocianinas destacan como antioxidantes y contribuyen a la buena salud visual protegiendo los capilares de la retina, como la delfinidina, cianidina, pelargonidina y pelargonidina 3-soforosa.                                        |
| Alcaloides          | Sustancias orgánicas que se hallan en las hojas, raíces e incluso en la corteza, aunque no faltan estas sustancias repartidas por toda la planta. Estas son sustancias básicas (alcalinas).                                                 |
| Lactonas            | Presentan actividad antibacteriana y antifúngica.                                                                                                                                                                                           |
| Flavonoides         | Se encuentran flavanonas, flavonoles, flavonas y entre otros, con diversas actividades farmacológicas, como ser: antibacteriano, antioxidante, antiinflamatorio, analgésico, antiespasmódico. Quercetina, kaempferol, isoquercitina (hoja). |
| Aminoácidos         | Productos del metabolismo primario (procesos químicos directamente implicados en la resistencia y crecimiento).                                                                                                                             |
| Cardenólidos        | Usado en la prevención de insuficiencia cardíaca.                                                                                                                                                                                           |
| Taninos             | Metabolitos que están en las hojas, corteza y raíz de la planta. Con acción antibacteriana, astringente y antisépticos.                                                                                                                     |
| Azúcares reductores | Existen otros principios activos en las plantas conocidos como nutrientes esenciales.                                                                                                                                                       |
| Fenoles             | Efectos farmacológicos y utilidades son diversos, como antioxidante, analgésico, colerético, etc.                                                                                                                                           |

#### **g. Usos medicinales**

Sus propiedades antibacterianas, antioxidantes, antiinflamatorias, antifúngicas y antihipertensivas proceden de varios compuestos fitoquímicos que se ubican en las hojas y flores, como el isotiocianato de bencilo. Estos compuestos también confieren a los extractos y fracciones de la planta sus cualidades terapéuticas (Calil et al., 2016). Tradicionalmente la decocción de ramas y flores son empleadas en el tratamiento de enfermedades cutáneas, lavado de heridas y compresas. El mismo preparado se puede tomar vía oral para tratar afecciones en el sistema urinario (cistitis y pielonefritis) y afecciones bronquiales (amigdalitis y bronquitis) (Bastidas y Llacua, 2016; Nanzi, 1999). Además, se aplica las hojas frescas machacadas en forma de cataplasma sobre contusiones y hematomas (Ministerio de Salud, 2013).

Estos glucosinolatos son compuestos liposolubles que se asimilan en el intestino delgado, se eliminan por la vía respiratoria y urinaria sin dañar al cuerpo, siendo

efectivo en la inflamación de la vejiga urinaria sin alterar la microbiota bacteriana, ni provocar respuestas alérgicas o sensibilizaciones (Gamarra y Ramos, 2017). Asimismo, el mastuerzo estimula la diuresis; este proceso facilita la eliminación de las infecciones y limpieza del sistema urinario.

### **2.3.2. Extractos vegetales**

Consisten en conjuntar sustancias activas y elementos inertes preparadas a partir de las partes de las plantas o de forma entera (secas o frescas); estas preparaciones concentradas se obtienen tratando productos vegetales con disolventes adecuados. Los extractos de plantas se obtienen por métodos físicos, químicos y/o microbiológicos y pueden ser sólidos (polvo), semisólidos o líquidos; una vez que el disolvente entra en contacto con material vegetal seco o fresco, las células recuperan su estado original (Rodríguez, 2018).

### **2.3.3. Tamizaje fitoquímico**

También se denomina marcha fitoquímica o escreening fitoquímico, se fundamenta en el análisis y la identificación de metabolitos secundarios importantes que puedan estar presentes en el extracto, llevándose a cabo una serie de aislamientos y purificaciones de los compuestos que se encuentran en la droga vegetal (Cancho y Remón, 2019). Esto hace posible que las moléculas interactúen con reactivos específicos para confirmar o negar su presencia (Brousett, 2021).

### **2.3.4. Métodos de extracción**

#### **a. Maceración**

Consiste en someter al material vegetal, en trozos o en polvo, a una solución de alcohol o agua durante siete o más días, agitando constantemente, esta será almacenada en un envase ámbar; una vez extraída la materia vegetal, se separan las partes líquidas y sólidas utilizando papel de filtro. Los líquidos, o macerantes, utilizados en este procedimiento pueden ser agua, alcohol o cualquier otra sustancia orgánica líquida. Se hace a temperatura ambiente y el tipo de materia vegetal a extraer o una parte de esta (flores, hojas, semillas, tallos y frutos) depende del tiempo de maceración y de la solución orgánica (Miranda y Cuéllar, 2000). Dado que los compuestos extraídos no se agotan como resultado de este procedimiento (Bastidas y Llacua, 2016).

#### **b. Cocimiento (decocción)**

Este preparado consiste en extraer las propiedades terapéuticas de una planta con agua hirviendo. Las hojas, flores o raíces tiernas requieren entre 15 y 20

minutos de ebullición (Villar y Villavicencio, 2001). Después, se enfría y se filtra; este proceso funciona bien para extraer los componentes termoestables y solubles en agua (Suckdev et al., 2008).

### **2.3.5. Procedimiento de evaluación para la actividad antibacteriana**

#### **a. Método modificado de pozos en agar**

Se basa en determinar cualitativamente el efecto de una serie de sustancias examinadas por separado sobre cepas bacterianas aisladas de procesos infecciosos. Además, crea una relación entre la concentración de la sustancia que actúa como inhibidor sobre la cepa bacteriana con el halo inhibitorio en una placa de agar que contiene un medio de cultivo idóneo, en la que se siembran las bacterias que se van a analizar. En cada placa, se añade una dosis de sustancia (extracto vegetal) a un pocillo de 6 mm de diámetro; estos pocillos se deben de realizar equidistantemente cuando se evalúen varias sustancias, y deben incubarse durante 24 horas a una temperatura apropiada. Finalmente, la evaluación de los halos de inhibición indica la actividad antibacteriana de los extractos; además, compara los efectos de los distintos compuestos sobre los microorganismos ensayados con un control positivo de un antibiótico (Ramírez y Castaño, 2009).

#### **b. Método de dilución**

Utilizado para establecer la CMI y la CMB tras un proceso de evaluar la actividad de un antimicrobiano en un entorno "*in vitro*", se evalúa de manera cuantitativa y se enfrenta el antimicrobiano (extracto vegetal) contra un inóculo bacteriano estandarizado en un medio de cultivo, ya sea en caldo o agar (Herrera, 1999). Para ello se puede utilizar el proceso de macrodilución en tubo o microdilución en placa; el propósito es establecer la concentración del agente antimicrobiano que ha provocado la muerte e inhibición del aislado bacteriano ensayado en los tubos o pocillos sin crecimiento (García et al., 2000). El método de macrodilución es una prueba cuantitativa en la que el microorganismo investigado se inocula en tubos que contienen diluciones decrecientes del antibiótico (extracto vegetal) para comprobar su sensibilidad; posteriormente, los tubos se incuban y se observan para determinar la CMI del antibiótico necesaria para detener el crecimiento de la bacteria (Granados y Villaverde, 2000).

### 2.3.6. Gentamicina

Es un antibiótico de tipo aminoglucósido, producido por el actinomiceto *Micromonospora purpurea* (Rodríguez, 2012). Tiene la capacidad de matar e inhibir tanto bacterias Gram positivas como Gram negativas (Cervantes, 2020).

#### a. Propiedad farmacológica

Se utiliza para combatir diversas infecciones dérmicas, pulmonares y del tracto urinario, así como enfermedades sanguíneas (Tintaya, 2015). Se adhiere de forma permanente a la subunidad 30S del ribosoma, dificultando al código genético su lectura, especialmente en el caso de los cocos Gram positivos (Castillo, 2021).

#### b. Mecanismo de acción

Actúa impidiendo la síntesis de proteínas, lo que deja a los microorganismos susceptibles con proteínas no funcionales; una vez que ingrese a la célula bacteriana por el mecanismo de transporte activo ejerce su acción. Por transporte activo, la gentamicina atraviesa la membrana celular bacteriana susceptible, está se acopla a uno o varios receptores proteicos específicos de la subunidad 30S de ribosomas bacterianas, también obstruye el proceso de inicialización del ARNm, lo que origina la producción de proteínas no funcionales como resultado de la lectura incorrecta del ADN y la incapacidad para sintetizar proteínas debido a que los polirribosomas se separan, permitiendo un transporte acelerado, generando rotura de la membrana citoplasmática bacteriana, lo que provoca muerte celular (Tintaya, 2015).

### 2.3.7. *Staphylococcus saprophyticus*

**Taxonómica** (Murray et al., 2009)

|         |                                       |
|---------|---------------------------------------|
| Dominio | : Bacteria                            |
| Phylum  | : Firmicutes                          |
| Clase   | : Cocci                               |
| Orden   | : Bacilales                           |
| Familia | : Micrococaceae                       |
| Género  | : <i>Staphylococcus</i>               |
| Especie | : <i>Staphylococcus saprophyticus</i> |

#### a. Características

Bacterias cocos Gram positivos que varía en tamaño de 0,5 a 1,5  $\mu\text{m}$  de diámetro. Es anaerobia facultativa, coagulasa negativa, catalasa positiva, oxidasa negativa, no esporulados (Murray et al., 2009).

No pigmentado, no hemolítico y se diferencian de otros estafilococos coagulasa negativo en que es resistente a la novobiocina y son causantes de infecciones urinarias (Jawetz, 2014). Susceptible a los antibióticos de gentamicina, ampicilina sulbactam, quinolonas y nitrofurantoína (Durán et al., 2018).

#### **b. Epidemiología**

Este uropatógeno está relacionado con infecciones simples del tracto urinario (ITU), especialmente cistitis en mujeres jóvenes (Jawetz, 2014). Se propaga por contacto sexual; además, es el segundo patógeno más común después de *Escherichia coli* causando complicaciones como cistitis, pielonefritis y septicemia nefrolitiasis (Gil, 2018; Orden et al., 2008). Aislado con frecuencia por urocultivos (5-10 %) con diferencias según la población (Chávez et al., 2018).

#### **c. Mecanismos de infección**

##### **Adherencia**

Capacidad específica para adherirse a las células uroteliales mediante la liberación de ácido lipoteicoico, un anfitrión de adhesión asociado a la superficie. Una hemaglutinina (que se une a la fibronectina), una hemolisina y la producción de limo extracelular son responsables de las propiedades de resistencia de *S. saprophyticus* (Orden et al., 2008).

##### **Producción de ureasa**

*S. saprophyticus* posee enzimas llamadas ureasas; estas hidrolizan la urea produciendo amoníaco, a esta actividad de la ureasa se le considera como el principal factor de infección dentro de las infecciones del tracto urinario; además que presenta diversos sistemas de transporte que se adaptan a los cambios que se da en el pH, osmolaridad y concentración de urea en la orina humana (Kuroda et al., 2005; Trivedi et al., 2015) ; es decir que tanto la actividad de la ureasa como el sistema de transporte son necesarios para su supervivencia.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de ejecución

Durante el período comprendido entre mayo a octubre del 2023, se llevó el ensayo en los laboratorios de Microbiología Ambiental y Bioquímica de las Escuelas de Biología y Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga.

##### 3.1.1. Población

Estuvo conformado por la especie *Tropaeolum majus* “mastuerzo” que crece en la localidad de Huamanguilla, distrito de Huamanguilla, provincia de Huanta, región de Ayacucho a 2 830 m.s.n.m.

##### 3.1.2. Muestra vegetal

Se colectó 5 kilos de hojas de *Tropaeolum majus* “mastuerzo” en mayo de 2023 y por conveniencia, fue el muestreo.

##### 3.1.3. Microorganismo de ensayo

La cepa bacteriana fue *Staphylococcus saprophyticus* ATCC 15305, adquirido del GenLab del Perú S.A.C. (Anexo 2).

##### 3.1.4. Controles

- Discos de gentamicina 10  $\mu$ g (control positivo)
- Agua destilada estéril (control negativo)

#### 3.2. Metodología y recolección de datos

##### 3.2.1. Disposición de la muestra vegetal

###### • Recolección e identificación

Por la mañana, se tomó un ejemplar de *Tropaeolum majus* “mastuerzo” para su identificación taxonómica. Posteriormente se recolectaron las hojas y se pusieron en la caja de cartón y se llevó al Laboratorio de Microbiología Ambiental y al Laboratorio de Bioquímica (Anexos 1, 4 y 5).

- **Desecación y estabilización**

Las hojas se eligieron, limpiaron y desinfectaron cuidadosamente; luego, a temperatura ambiente fueron secadas durante 5 semanas aproximadamente en papel Kraft. Para evitar la degradación, se volteó a las muestras vegetales y se reanudó el proceso de secado utilizando papel Kraft nuevo; luego, se estabilizaron en una estufa de 40 °C por 2 horas (Lock, 1994) (Anexo 5).

- **Trituración y almacenamiento**

Se procedió a triturar las hojas de la planta en un mortero para obtener un polvo, el cual se almacenó en un frasco de vidrio de color ámbar con una boca ancha (Anexo 5).

### **3.2.2. Preparación de los extractos**

#### **a. Extracto etanólico**

Se depositó 500 g de polvo de las hojas de *Tropaeolum majus* “mastuerzo” a un recipiente de vidrio ámbar añadiendo 2.5 L de alcohol etílico de 96° en una proporción de 1:5; a temperatura del lugar, se maceró durante una semana con movimientos constantes con el fin de que el solvente se distribuya de manera uniforme; tras el periodo de maceración, la mezcla se filtró y se puso en una estufa de 40 °C obteniéndose un extracto seco, el cual se conservó en un frasco de vidrio ámbar y se refrigeró (Lock, 1994) (Anexo 6).

#### **b. Extracto acuoso**

En una cocina eléctrica se colocó un matraz el cual tenía 2.5 L de agua destilada y se puso a ebulir. Posteriormente se añadió 500 g de polvo de la muestra vegetal dejándose hervir por 15 minutos con oscilaciones continuas, concluido el tiempo, se dejó enfriar y se depositó en frascos de vidrio ámbar dejándolo macerar por 7 días con agitaciones permanentes. Después se filtró a través del papel filtrante de grado N° 40 y se concentró a 40 °C en la estufa para obtener un extracto seco, fue almacenado en un recipiente de vidrio de color ámbar y se mantuvo refrigerado (Alfaro y Ruiz, 2018; Lock, 1994) (Anexo 6).

### **3.2.3. Obtención de las concentraciones**

- **Extracto etanólico**

En una fiola de 10 mL se depositó 5 g de extracto etanólico seco y se enraza con etanol de 70° hasta disolverse, obteniéndose la concentración madre de 500 mg/mL. Tras esta concentración inicial se llevaron a cabo las concentraciones decrecientes de 400, 300, 200 y 100 mg/mL (Flores y Saavedra, 2021; Huashuayo, 2016).

- **Extracto acuoso**

En una fiola de 10 mL se depositó 5 g de extracto acuoso seco y se enrazo con agua destilada estéril hasta disolverse, consiguiéndose la concentración madre de 500 mg/mL; a partir de esta concentración inicial se realizó las concentraciones decrecientes de 400, 300, 200 y 100 mg/mL (Huashuayo, 2016; Romero y Baldeón, 2019).

#### **3.2.4. Tamizaje fitoquímico**

Para el extracto etanólico, se diluyó un gramo de la especie vegetal de las hojas del “mastuerzo” con 10 mL de etanol a 70° y se dividió en secciones de 1mL en 9 tubos (previamente etiquetados). Se continuó el mismo procedimiento para el extracto acuoso, se utilizó un gramo de la especie vegetal diluyéndose en 10 mL de agua destilada, se dividió en secciones de 1mL en 9 tubos (previamente etiquetados). Se siguieron los procedimientos descritos por Miranda y Cuéllar (2000) al realizar las pruebas de coloración, precipitación, liberación de gases y formación de espuma (Anexo 12,13 y 14).

#### **3.2.5. Determinación de la actividad antibacteriana**

Se usó el método de difusión en pozos de agar y se determinó la CMI y CMB mediante diluciones sucesivas en tubos y subcultivo en placas (Valgas et al., 2007) (Anexo 8).

##### **3.2.5.1. Elaboración de los medios de cultivos**

- **Agar sangre**

Siguiendo las instrucciones del fabricante, se preparó base de agar sangre en un matraz de vidrio, se esterilizó y se dejó enfriar entre 45 y 50 °C en baño de agua. Luego, se añadió sangre desfibrinada de carnero al 5 %, se homogenizó suavemente y se plaqueó uniformemente en placas estériles de Petri de unos 4 mm de grosor, posteriormente se permitió su solidificación.

- **Agar Mueller Hinton enriquecido con 5 % de sangre**

Siguiendo las indicaciones del fabricante, se preparó agar Mueller Hinton en un matraz de vidrio, se esterilizó y se enfrió a 45 °C en baño de agua, para después añadir sangre de carnero desfibrinada al 5 %. Se homogenizó cuidadosamente y se plaqueó en placas de Petri estériles de unos 4 mm de grosor dejándolo solidificar (Llantoy, 2013).

- **Caldo Mueller Hinton enriquecido con 5 % de sangre**

Siguiendo las instrucciones del fabricante, se preparó caldo Mueller Hinton en un matraz de vidrio, se esterilizó y se enfrió a 45 °C en un baño de agua para añadir sangre de carnero desfibrinada al 5 % y se homogenizó suavemente.

#### **3.2.5.2. Activación de la cepa**

Empleando Kwik-stik microbiologics®, posee la cepa liofilizada de *Staphylococcus saprophyticus* ATCC 15305, se activó el inóculo para obtener el cultivo joven. El inóculo se reactivó en placas de agar sangre, la siembra se hizo por estrías y se incubó a 37 °C por 24 horas (Olortegui y Alvia, 2022), posteriormente para preservarlo fue sembrada en viales que contenían agar Mueller Hinton enriquecido (Anexo 7).

#### **3.2.5.3. Preparación del inóculo bacteriano**

Se tomó dos colonias de la cepa joven de 24 horas y se introdujo en un tubo que previamente contenía 5 mL de solución fisiológica estéril (0.9 %) hasta adquirir una turbidez, esta suspensión se contrastó visualmente con la escala estándar de 0.5 de McFarland (Alfaro y Ruiz, 2018) (Anexo 8).

#### **3.2.5.4. Preparación de las placas**

En placas de agar Mueller Hinton, se realizó 6 pozos utilizando un sacabocado (6 mm de diámetro) esterilizado. Consecutivamente, empleando un hisopo estéril impregnado del inóculo bacteriano, eliminando el exceso en la parte interna del tubo, se realizó una siembra en tres direcciones girando la placa para obtener una distribución uniforme (Llantoy, 2013) (Anexo 8).

#### **3.2.5.5. Incorporación del extracto**

A cada pozo que se realizó en el proceso anterior, se agregó 50 µL de las distintas concentraciones (500, 400, 300, 200 y 100 mg/mL) de los extractos (etanólico y acuoso); al sexto pozo se depositó agua destilada estéril (control negativo). Se realizaron 5 repeticiones de cada tratamiento y se les dio 30 minutos de difusión a temperatura ambiente (Rojas et al., 2005) (Anexo 8 y 9).

#### **3.2.5.6. Incubación y lectura de las placas**

Las placas fueron incubadas a 37 °C en un lapso de 24 horas; concluido el tiempo se llevó a cabo la lectura de los halos de inhibición mediante observación si hay o no presencia de halos alrededor del pozo empleando una regla milimetrada (Rodríguez, 2018) (Anexo 8 y 9).

#### **3.2.5.7. Cálculo del porcentaje de inhibición**

Se tomaron las medidas de los diámetros de los halos de inhibición y se determinó el porcentaje de inhibición mediante la presente ecuación (Llantoy, 2013).

$$\% \text{ de inhibición} = \frac{\text{Diámetro del halo de inhibición del extracto}}{\text{Diámetro del halo de inhibición del control positivo}} \times 100$$

### **3.2.6. Determinación de la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI)**

- En tubos de ensayo estériles rubricados del 1 al 15 se depositó 1 mL de caldo Mueller Hinton enriquecido.
- Después, se añadió 1 mL de extracto al tubo 1 del que se hicieron diluciones. A continuación, se retiró 1 mL del tubo 1 y se pasó al tubo 2, consecutivamente hasta el tubo 14, del que se retiró 1 mL y se desechó, ya que el tubo 15, el control positivo, no contiene el extracto.
- Posteriormente a todos los tubos (tubo 1 al tubo 15) se añadió 1 mL de inóculo bacteriano y fueron incubados a 37 °C por 18 horas (Anexo 10).
- El tubo que no tenga crecimiento bacteriano se consideró como la CMI, se interpretó mediante la ausencia de turbidez (Huashuayo, 2016) (Anexo 11).

### **3.2.7. Determinación de la Concentración Mínima Bactericida (CMB)**

- Partiendo de la CMI se determinó la CMB (Tovar et al., 2017).
- Se eligieron 5 tubos sucesivos de CMI, 2 con caldo turbio y 3 con caldo claro, y se sembró una muestra de cada uno de los 5 tubos en placas de agar Mueller Hinton enriquecidas con la sangre de cordero. al 5 %.
- Posteriormente, cada placa se incubó durante 24 horas a 37 °C.
- Después se visualizó la presencia o ausencia de crecimiento bacteriano; las placas que no mostraron crecimiento se consideraron como la CMB (Gómez, 2023; Huashuayo, 2016) (Anexos 10 y 11).

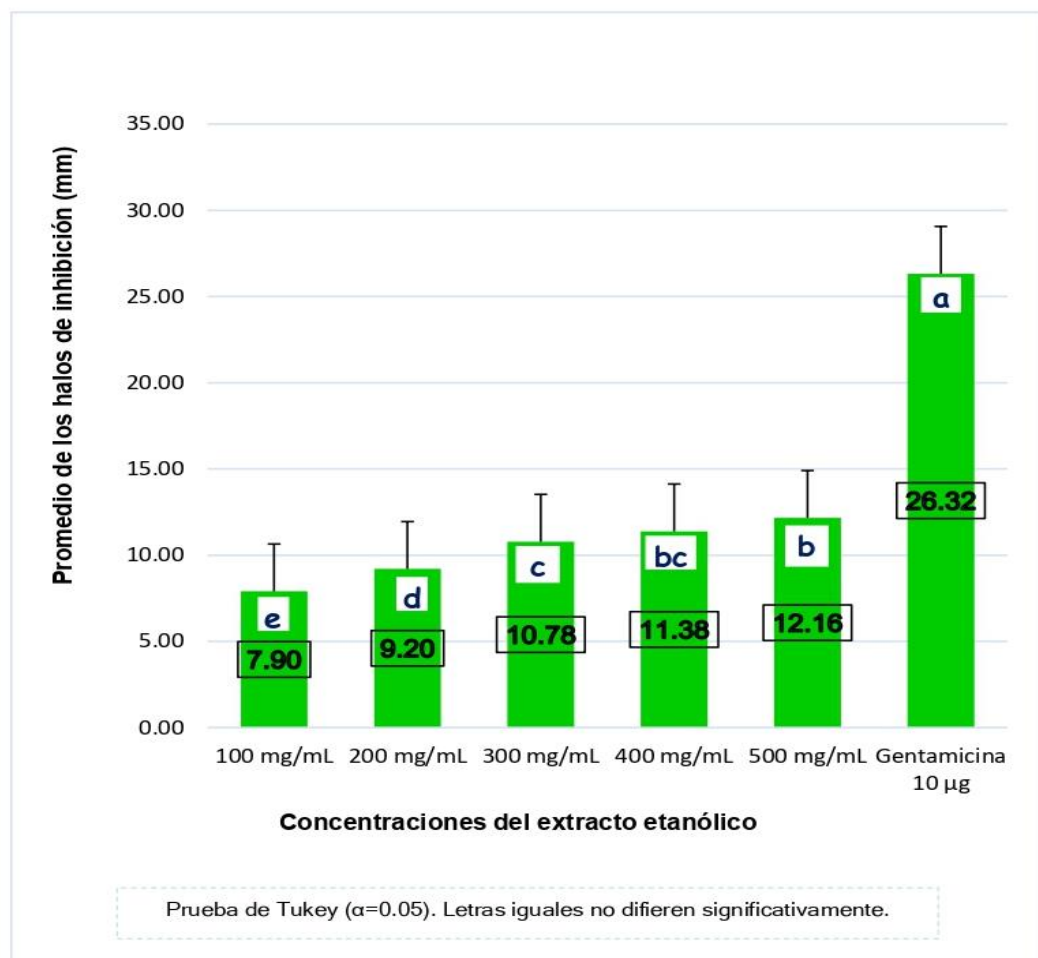
### **3.3. Tipo de investigación**

Básica experimental.

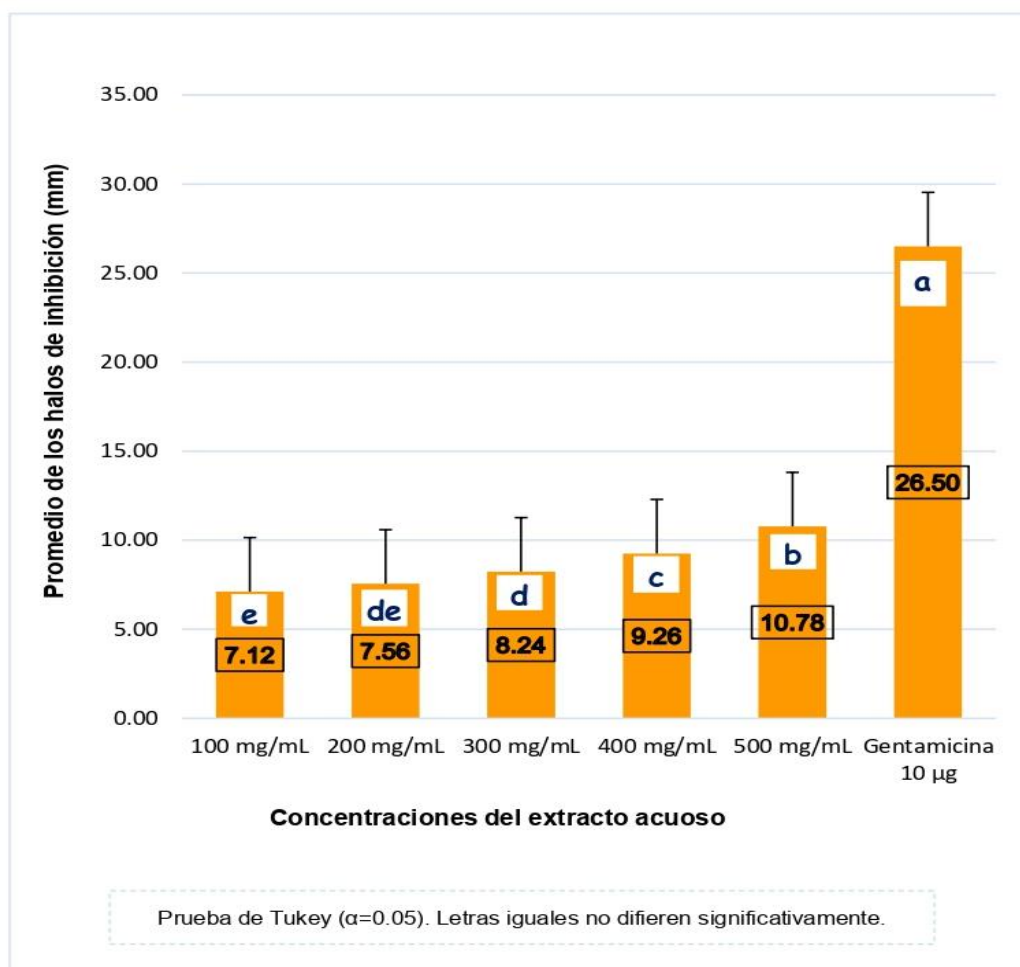
### **3.4. Análisis estadístico**

Las mediciones de los resultados de los halos inhibitorios (mm) se sometieron a la prueba estadística de ANOVA para determinar si los tratamientos son diferentes en la variación del efecto de cada extracto. Se realizó la prueba adicional de Tukey con un nivel de confianza del 95 % empleando el programa estadístico SPSS Statistics versión 27.

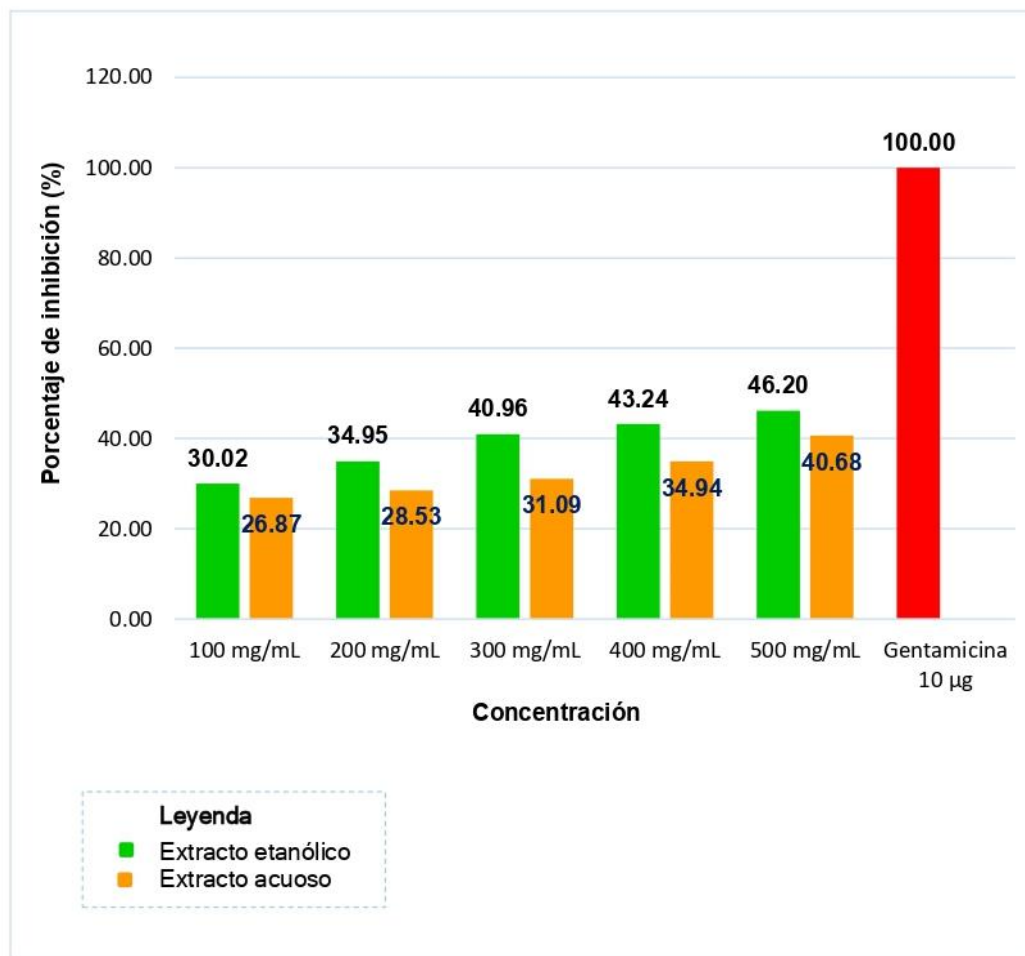
#### **IV. RESULTADOS**



**Figura 1.** Promedio de los diámetros de los halos de inhibición a distintas concentraciones de extracto etanólico de las hojas de *Tropaeolum majus* “mastuerzo” frente a *Staphylococcus saprophyticus* ATCC 15305, Ayacucho 2023.



**Figura 2.** Promedio de los diámetros de los halos de inhibición a distintas concentraciones de extracto acuoso de las hojas de *Tropaeolum majus* “mastuerzo” frente a *Staphylococcus saprophyticus* ATCC 15305, Ayacucho 2023.



**Figura 3.** Porcentaje de inhibición de los extractos etanólico y acuoso de las hojas de *Tropaeolum majus* “mastuerzo” frente al estándar de gentamicina, Ayacucho 2023.

**Tabla 2.** Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) y Concentración Mínima Bactericida (CMB) de los extractos etanólico y acuoso de las hojas *Tropaeolum majus* “mastuerzo” frente a *Staphylococcus saprophyticus* ATCC 15305, Ayacucho 2023.

| N° Tubos | Concentración<br>(mg/mL) | Extracto etanólico   |       | Extracto acuoso |       |
|----------|--------------------------|----------------------|-------|-----------------|-------|
|          |                          | Crecimiento 24 horas |       |                 |       |
| 1        | 150                      | -                    |       | -               |       |
| 2        | 75                       | -                    |       | -               | (CMB) |
| 3        | 37.50                    | -                    | (CMB) | +               | (CMI) |
| 4        | 18.75                    | +                    | (CMI) | +               |       |
| 5        | 9.38                     | +                    |       | +               |       |
| 6        | 4.69                     | +                    |       | +               |       |
| 7        | 2.34                     | +                    |       | +               |       |
| 8        | 1.17                     | +                    |       | +               |       |
| 9        | 0.59                     | +                    |       | +               |       |
| 10       | 0.29                     | +                    |       | +               |       |
| 11       | 0.15                     | +                    |       | +               |       |
| 12       | 0.07                     | +                    |       | +               |       |
| 13       | 0.04                     | +                    |       | +               |       |
| 14       | 0.02                     | +                    |       | +               |       |
| 15       | CONTROL                  | +                    |       | +               |       |

**Leyenda**

- +** : Posee crecimiento bacteriano
- : No posee crecimiento bacteriano
- CMB** : Concentración Mínima Bactericida
- CMI** : Concentración Mínima Inhibitoria

## V. DISCUSIÓN

La figura 1 representa la capacidad del efecto del extracto etanólico de las hojas de *Tropaeolum majus* "mastuerzo" contra *Staphylococcus saprophyticus* ATCC 15305. Según esta ilustración, se demuestra que todas las concentraciones de extracto etanólico (100, 200, 300, 400 y 500 mg/mL) presentan propiedades antibacterianas, y que este efecto se incrementa conforme se aumenta la concentración del extracto. Ya que, después de la prueba con gentamicina (10 µg), se observó que la concentración de 500 mg/mL tenía un mayor efecto antibacteriano con un halo de inhibición promedio de 12,16 mm; mientras, que la gentamicina destacó con un halo inhibitor promedio de 26,32 mm, superando a los demás. En contraste, la concentración de 100 mg/mL mostró un efecto débil, con un halo inhibitor promedio de 7,90 mm.

Se ha demostrado que el extracto etanólico del mastuerzo posee actividad antibacteriana contra varias especies de bacterias, entre ellas el género *Staphylococcus*, como la investigación presentada por Romero y Baldeón (2019) quienes estudiaron el efecto antimicrobiano del extracto etanólico de *Tropaeolum majus* L. (mastuerzo) contra *Staphylococcus epidermidis*; concluyeron que el extracto presenta actividad antibacteriana.

El colutorio según la investigación de Chirinos y Chota (2018a), del extracto de mastuerzo en alcohol tiene propiedades medicinales y puede combatir bacterias como *Streptococcus mutans*, comprobándose que resulta eficaz a concentraciones de 1,5 mg/mL (15,6 mm), 1 mg/mL (14 mm) y 0,5 mg/mL (13 mm). No obstante, en su investigación, Huanquis y León (2015) exploraron el potencial de los extractos de hojas y flores de la planta mastuerzo (*Tropaeolum majus* L.) para inhibir el desarrollo de bacterias como *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. Los autores descubrieron que los componentes extraídos del extracto metanólico de las hojas, en niveles de concentración del 10 %, 30 %

y 60 %, presentan escasa actividad contra *Staphylococcus aureus*. No obstante, se detectaron mayores halos frente a *Escherichia coli* en las tres dosis. De esta manera, estos estudios confirman la capacidad del efecto del extracto etanólico para combatir bacterias.

La actividad antimicrobiana del extracto etanólico contra la bacteria investigada se debe a los compuestos activos presentes. Entre ellos se encuentran los compuestos fenólicos, que dañan la estructura de la pared celular y la membrana celular e inactivan los mecanismos enzimáticos, así como los isotiocianatos, que rompen la membrana inhibiendo las enzimas necesarias para el desarrollo bacteriano; los taninos, por su parte, modifican la estructura de las proteínas transportadoras y enzimáticas de la membrana celular, lo que frena el crecimiento bacteriano, además que inactivan las adhesinas, lo que impide la propagación de las bacterias (Daza, 2020). Del mismo modo, Lock (1994) señala que debido a que los anillos de los flavonoides incluyen hidroxilos, que impiden la síntesis de ADN, tienen más efecto antibacteriano contra las bacterias Gram positivas.

En este sentido, Alvarado y Calderón (2023) tras analizar la capacidad antibacteriana del extracto de *Tropaeolum majus*, conocido como "mastuerzo", frente a *Escherichia coli* ATCC 25922, se determinó que dicho extracto presenta propiedades antibacterianas. Se observó que su efecto se vinculaba con la existencia de diferentes metabolitos secundarios, tales como fenoles, flavonoides, taninos, cumarinas, alcaloides y saponinas. Además, las hojas y flores del mastuerzo contienen isotiocianato de bencilo y glucosinolatos (Lorenzi y Matos, 2002). Dichos metabolitos secundarios tienen propiedades antibacterianas; lo hacen por separado o en conjunto utilizando diversos mecanismos (Cowan, 1999). Es decir, que los componentes químicos de extracto etanólico determina su eficacia antibacteriana. Además, la estructura celular de la cepa bacteriana investigada y los procesos que causan la propagación de los compuestos químicos en la célula bacteriana explican la relación de proporcionalidad directa entre las concentraciones del producto y el principio activo; a medida que la proporción de extracto etanólico de mastuerzo se incrementa, mayor es la concentración de principios activos que causan daño bacteriano (Tenorio y Estrada, 2016). Estos datos corroboran la acción antibacteriana del presente estudio, ya que, el halo inhibidor aumenta en proporción directa a la concentración del extracto etanólico. Estos descubrimientos coinciden con los de Aspauza (2015), cuya investigación lleva por título "Efecto del extracto alcohólico de

*Tropaeolum majus* (mastuerzo) sobre *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina ATCC 25923, *in vitro*".

De la misma manera que Llantoy (2013), quien evaluó la capacidad antibacteriana de los extractos acuosos y etanólicos de hojas y flores de *Schkuhria pinnata* (piquipichana) contra *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. Llegó a la conclusión de que los extractos de hojas, tanto en forma etanólica como acuosa, muestran una mayor actividad antibacteriana a una concentración de 500 mg/mL.

Por ello, Ramírez y Castaño (2009) aluden que el tamaño del halo de inhibición está relacionado con la capacidad antibacteriana. Esto sucede por diferentes razones, como el lugar donde crece y se propaga la sustancia, la cantidad de inóculo, el tiempo de generación de la bacteria, su sensibilidad al antibiótico y el tiempo de incubación. No obstante, es posible obtener resultados precisos y fiables siguiendo un procedimiento estándar; que debe complementarse con la fase vital para la planta en la etapa de floración, ya que en este periodo se incrementa la producción de compuestos activos, así como en la formación de semillas (Lykkesfeldt y Moller, 1993).

Los mencionados resultados y bibliografía consultada concuerdan con nuestros hallazgos ya que, al aplicar el Análisis de Varianza (ANOVA) para examinar los factores en investigación, se descubrió que existen diferencias notables entre los tratamientos utilizados ( $p < 0,05$ ). Los resultados de la prueba de Tukey indican que, a pesar de las variaciones en las cantidades de extracto etanólico aplicadas, estas no logran superar la eficacia bactericida del control positivo (gentamicina 10 µg). De esta manera, se deduce que el extracto etanólico de las hojas del mastuerzo cuenta con propiedades antibacterianas contra *Staphylococcus saprophyticus* ATCC 15305.

**La figura 2**, se exhibe el promedio de los diámetros de los halos de inhibición a diferentes concentraciones del extracto acuoso de las hojas de *Tropaeolum majus*, "mastuerzo", frente a *Staphylococcus saprophyticus* ATCC 15305. Se puede apreciar que todas las concentraciones del extracto acuoso (100, 200, 300, 400 y 500 mg/mL) muestran propiedades antibacterianas, y este efecto se incrementa en proporción directa a la cantidad de extracto utilizado. La capacidad antibacteriana de la concentración de 500 mg/mL fue menor que la de la gentamicina 10 µg (control positivo), pero mayor que las demás concentraciones, mostrando un halo inhibidor de 10,78 mm. En cuanto a la gentamicina, logró un

halo de inhibición de 26,50 mm; en contraste, la concentración de 100 mg/mL mostró el efecto antibacteriano más débil, con un halo de inhibición de 7,12 mm. Sin embargo, Mira (2017), evaluó los extractos de *Thymus vulgaris* (tomillo) y *Tropaeolum majus* (mastuerzo) frente a *Staphylococcus aureus in vitro*; concluyó que en el extracto acuoso del mastuerzo no mostró aparición de halos inhibidores al enfrentarse a la cepa estudiada.

De modo similar, Bazylo et al. (2013) llevaron a cabo una comparación de la acción antimicrobiana, capacidad antioxidante, antiinflamatoria y composición química del extracto acuoso de *Tropaeolum majus* L., los resultados indicaron que ninguna concentración presentó propiedades antibacterianas. Se dedujo que la limitada acción antimicrobiana de los extractos podría estar vinculada a la escasez de isotiocianato de bencilo.

En este sentido, según Acosta (2006), la actividad biológica de los metabolitos secundarios de la planta al preparar extractos de mastuerzo se ve afectada por diversos factores, tales como el pH, la presencia de otras sustancias como proteínas, lípidos y minerales, y la temperatura utilizada durante la extracción. Estos elementos podrían explicar los resultados alcanzados y la diferencia con lo reportado por esos autores. De acuerdo con E. Rodríguez (2011), diversos factores como el patrón genético de la planta, los diferentes métodos de extracción, la localización geográfica, las condiciones ambientales y agronómicas, junto con la composición química, influyen en la eficacia antibacteriana.

Por lo contrario, Daza (2020) menciona que los extractos acuosos son utilizados por su extracción de compuestos polares siendo una técnica económica y no requiere equipos avanzados. Asimismo, Cabezas (2014) tras analizar los extractos de *Tropaeolum majus* "mastuerzo" en busca de compuestos fitoquímicos, determinó que el extracto hidroalcohólico posee propiedades curativas en heridas provocadas en ratones. Se identificaron diversos metabolitos secundarios como taninos, compuestos fenólicos, flavonoides, azúcares reductores, quinonas, alcaloides, esteroides y triterpenos, destacando la presencia de compuestos fenólicos y flavonoides en particular. Tal como Zanetti et al. (2003), hicieron analizar el extracto de *Tropaeolum majus* frente a bacterias Gram positivas y Gram negativas, confirmaron que los extractos exhiben propiedades antibacterianas sin mostrar ningún indicio de toxicidad. Estos hallazgos confirman la capacidad antibacteriana del extracto acuoso del mastuerzo, lo cual se relaciona estrechamente con el presente estudio.

A su vez, Cancho y Remón (2019), vía *in vitro*, descubrieron que el extracto hidroalcohólico de las hojas de guinda (*Prunus serotina* Ehrh) tiene la capacidad de combatir bacterias, específicamente la cepa de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. Con una concentración del 75 %, los halos tenían un tamaño promedio de 14.6 mm, mientras que con una concentración del 100 % se detectó de 18 mm. Igualmente, los halos generados con concentraciones del 50 %, 25 %, 10 % y 5 % (v/v) mostraron un diámetro promedio menor a 13 mm. Observaron que a medida que la concentración del extracto aumenta, el tamaño del halo inhibitor también crece.

De manera similar, Gómez (2023) encontró que el extracto presenta efecto antibacteriano contra *Streptococcus pyogenes* ATCC 19615 en su estudio, “Efecto antibacteriano del extracto hidroalcohólico de la raíz de *Hypseocharis bilobata* killip (pacha tara)”. La conexión entre este efecto y la cantidad de extracto está en que a medida que la concentración del extracto aumenta, también lo hace la cantidad de principios activos presentes.

En este sentido, han sido realizados varios estudios para analizar la capacidad antibacteriana de los extractos vegetales contra microorganismos perjudiciales para la salud llegando a concluir que la actividad antibacteriana (porcentaje de inhibición y halo de inhibición promedio) de extractos vegetales es proporcional a su concentración (Aspauza, 2015; Castro et al., 2011; Romero y Baldeón, 2019). Resultados que son similares en el presente trabajo de investigación, ya que, al realizar la evaluación de los factores en estudio a través del Análisis de Varianza (ANOVA) reveló diferencias significativas ( $p < 0,05$ ); además, la prueba de Tukey muestra diferencias entre las concentraciones del extracto acuoso, pero éstas no superaron la actividad antibacteriana del control positivo (gentamicina 10 µg). A partir de estos hallazgos, se infiere que el extracto acuoso de las hojas de “mastuerzo” contiene propiedades que combaten bacterias como *Staphylococcus saprophyticus* ATCC 15305.

**En la figura 3**, los porcentajes de inhibición del extracto etanólico y del extracto acuoso de las hojas de *Tropaeolum majus* “mastuerzo”, se muestran en comparación con la gentamicina estándar. Se ve que la presencia de extracto etanólico a una concentración de 500 mg/mL generó una inhibición más elevada (46,20 %) en comparación con la concentración de extracto acuoso a 500 mg/mL, la cual alcanzó un 40,68 %. Sin lugar a dudas, el control positivo (gentamicina 10 ug) fue el que logró la mayor inhibición, superando a la concentración de extracto

etanólico de 100 mg/mL (30,02 %) y a la concentración de extracto acuoso de 100 mg/mL (26,87 %), la cual fue la más baja de todas.

Estos resultados concuerdan con investigaciones previas, entre ellas la de Huanquis y León (2015), quienes encontraron que los extractos metanólicos de las hojas de "mastuerzo" tuvieron un efecto de inhibición de 25,974 % y las flores de 32,79 % contra la cepa de *Staphylococcus aureus*; mientras que, para *Escherichia coli* las hojas tuvieron un efecto de inhibición de 33,069 % y las flores de 17,822 %. En contraste, Cuadros (2019) reporta que a una concentración del 15 %, los compuestos fenólicos extraídos de las hojas de *Tropaeolum majus* "mastuerzo" demostraron una inhibición del 99,25 % contra *Staphylococcus aureus* y del 66,05 % contra *Escherichia coli*.

De manera similar, Alvarado y Calderón (2023) utilizaron concentraciones de 50 %, 75 % y 100 % (v/v) para evaluar la actividad antibacteriana de *Tropaeolum majus* "mastuerzo" contra *Escherichia coli* ATCC 25922. Tomando como referencia al ciprofloxacino, que alcanzó una eficacia del 100 %. Las concentraciones al 75 % de extracto del mastuerzo registró un efecto de inhibición del 21,91 % y al 100 % registró un efecto de inhibición del 47,96 %; estos resultados concuerdan con el control positivo de la gentamicina del presente trabajo.

Se considera un extracto de alta acción antibacteriana si su porcentaje de inhibición es mayor al 70 %. Si está entre el 50 % y el 70 %, se considera de acción media. Si está entre el 25 % y el 50 %, se considera de acción baja. Si es menor al 25 %, se considera resistente, según Cruz et al. (2010). Al examinar detenidamente los hallazgos de esta investigación, se puede apreciar que los extractos etanólico y acuoso de las hojas tienen un menor efecto inhibitorio que la gentamicina 10 ug. Es importante mencionar que los componentes de las hojas de mastuerzo tienen diferentes sustancias, y es posible que algunas no sean efectivas contra *Staphylococcus saprophyticus*. Por lo tanto, los extractos de las hojas de mastuerzo (*Tropaeolum majus* L.) muestran una actividad antibacteriana de intensidad moderada.

Sin embargo, cuando se trabaja con muestras vegetales, la presencia de un halo inhibitorio por minúsculo que sea, determina la actividad antibacteriana de los extractos (Palomino, 2000); ya que, una baja actividad, no implica resistencia, ineficacia o fracaso como tratamiento (Fica, 2005). Por lo tanto, en esta investigación, el mastuerzo contiene principalmente metabolitos secundarios

como flavonoides, taninos y fenoles, por ende, se deduce que tiene actividad antibacteriana.

Así mismo, se descubrió que el extracto etanólico tiene un mayor efecto de detener el crecimiento de bacterias que el extracto acuoso cuando se compararon los tamaños promedio de las zonas de inhibición de las concentraciones de ambos extractos; esto podría deberse a que los compuestos biológicamente activos se conservan mejor cuando se utiliza un solvente orgánico como el etanol (Vergara, 2011). Además, dado que las hojas son el principal depósito de metabolitos secundarios con propiedades antibacterianas, seguidas por las flores y la corteza, los compuestos fenólicos obtenidos de las hojas muestran una mayor capacidad de inhibición (Cuadros, 2019). Por otro lado, diferentes factores, entre ellos el método elegido, el microorganismo estudiado, la metodología de extracción y la solubilidad de cada compuesto a analizar pueden influir en las diferencias observadas en los niveles de inhibición en los extractos acuosos de *Tropaeolum majus* (Hernández y Hernández, 2018; Pintão et al., 2024).

**En la tabla 2**, se observa la cantidad mínima de extractos de hojas de la planta "mastuerzo" que se necesita para detener el crecimiento y matar bacterias contra *Staphylococcus saprophyticus* ATCC 15305. El extracto etanólico presentó 37.50 mg/mL de CMB y 18.75 mg/mL de CMI; mientras que el extracto acuoso mostró 75 mg/mL de CMB y 37.50 mg/mL de CMI.

De acuerdo a investigaciones previas sobre extractos contra el género *Staphylococcus*, el autor Cuadros (2019) menciona que la cantidad mínima de compuestos fenólicos extraídos de las hojas de tullma (*Ligaria cuneifolia*) necesaria para inhibir el crecimiento de *Staphylococcus aureus* fue de 2,344 mg/mL, mientras que la cantidad mínima para matar las bacterias fue de 4,688 mg/mL. Igualmente, en una investigación llevada a cabo por LLantoy (2013), descubrió que las hojas de extracto etanólico de piquipichana (*Schkuhria pinnata*) tenían una CMI de 50 mg/mL y una CMB de 100 mg/mL frente a *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 en cuanto al extracto acuoso, se observaron valores de 200 mg/mL y 300 mg/mL para la CMI y la CMB, respectivamente. Los resultados mencionados son parecidos a los nuestros.

Al respecto, Alvarado y Calderón (2023) mencionan que la actividad antimicrobiana puede eliminar o detener el crecimiento bacteriano; mediante pruebas *in vitro* se puede cuantificar determinando la CMI y la CMB de un antimicrobiano, lo que permite comparar múltiples compuestos. Así mismo,

Avellaneda et al. (2005) refieren que una cepa bacteriana tiene una baja sensibilidad cuando el producto químico evaluado tiene una CMI entre 50 y 100 mg/mL, medianamente sensible cuando la CMI se sitúa entre 12,5 y 50 mg/mL y sensible cuando posee una CMI menor a 12,5 mg/mL.

Sin embargo, López y Domingo (2003) señalan que es común tener valores altos de CMI y CMB cuando se trabaja con plantas medicinales; además, se observa en numerosas investigaciones que la CMB es mayor y más cercana a la CMI. Inclusive los resultados obtenidos para la CMI y CMB varían de acuerdo al tipo de solvente utilizado para el extracto (acuoso o etanólico), debido a que existen factores como el método de extracción, la fase de crecimiento, los medios de cultivo, el pH de los medios, las condiciones de incubación (tiempo y temperatura) que pueden influir a estos resultados (Chamorro et al., 2018).

Varios autores recomiendan al mastuerzo como terapia alternativa, ya que no presenta signos de toxicidad en los diferentes tipos de extractos; aun así, se requieren investigaciones toxicológicas adicionales para verificar la seguridad absoluta de *Tropaeolum majus* (Gomes et al., 2012; Zanetti et al., 2003).

Por lo consiguiente, mediante las evidencias mostradas se infiere que los extractos etanólico y acuoso de las hojas de *Tropaeolum majus* “mastuerzo”, usada de manera tradicional, poseen actividad antibacteriana frente *Staphylococcus saprophyticus* ATCC 15305; además que dicha capacidad antibacteriana de cada uno de los extractos aumenta en relación directamente proporcional a las concentraciones usadas.

## VI. CONCLUSIONES

1. Tanto el extracto etanólico como el extracto acuoso de las hojas de *Tropaeolum majus*, conocido como "mastuerzo", presentan actividad antibacteriana contra *Staphylococcus saprophyticus* ATTC 15305, la cual va aumentando en función de su concentración (500 mg/mL), pues se logra un efecto más significativo.
2. Con una concentración de 500 mg/mL, el extracto etanólico de las hojas de *Tropaeolum majus* "mastuerzo" mostró mayor porcentaje de inhibición con un 46,20 %, en comparación con el extracto acuoso, que presentó un porcentaje del 40,68 %; contra el estándar de gentamicina.
3. El extracto etanólico tiene una CMI de 18,75 mg/mL y una CMB de 37,50 mg/mL; mientras que el extracto acuoso tiene una CMI de 37,50 mg/mL y una CMB de 75 mg/mL para la bacteria *Staphylococcus saprophyticus* ATCC 15305.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Colectar las hojas en la fase fenológica de botón floral de la planta de *Tropaeolum majus* “mastuerzo” en los meses de febrero a marzo.
2. Al momento de realizar el filtrado del extracto acuoso realizar con papel filtro de grado N° 40.
3. Utilizar concentraciones superiores a la concentración de 300 mg/mL.
4. Comprobar el efecto antibacteriano de las hojas de *Tropaeolum majus* “mastuerzo” contra bacterias uropatógenas de mayor frecuencia en nuestra región.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, L. (2006). Exploración de las propiedades antimicrobianas de extractos vegetales a partir de *Caléndula officinalis* y *Tropaeolum majus* y su uso potencial en la industria de alimentos y cosmética. *Universidad de la Sabana*. <https://intellectum.unisabana.edu.co/handle/10818/4758>
- Aguirre, Y. (2017). Efecto *in vitro* del extracto etanólico de *Tropaeolum majus* "mastuerzo" sobre *Escherichia coli* uropatógena. [Universidad Nacional de Trujillo]. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/9357>
- Alfaro, M., y Ruiz, M. (2018). Efecto antibacteriano *in vitro* del extracto acuoso de *Schinus molle* (molle) sobre *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. *Revista de Investigación Científica REBIOL*, 38(1), Article 1.
- Almidón, H. (2021). Efecto de la microgravedad en tres fases fenológicas del mastuerzo (*Tropaeolum majus* L.). [Universidad Nacional del Centro del Perú]. <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12994/7265>
- Alvarado, P., y Calderón, J. (2023). Actividad antibacteriana del extracto etanólico de las flores de *Tropaeolum majus* L. (mastuerzo) sobre *Escherichia coli* 25922 *in vitro*. <https://repositorio.uma.edu.pe/handle/20.500.12970/1500>
- Arellano, K., Herrera, J., Quispe, M., Espinoza, C., Veliz, N., y Orihuela Vásquez, W. (2015). Evaluación de los compuestos fenólicos y capacidad antioxidante de tres colores de pétalos de mastuerzo (*Tropaeolum majus* L.). *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 81(4), 319-327.
- Aspauza, T. (2015). Efecto *in vitro* del extracto etanólico de *Tropaeolum majus* mastuerzo sobre *Staphylococcus aureus* meticilino resistente ATCC 25923 [Tesis de Bachiller de Medicina, Universidad Nacional de Trujillo]. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/9219>
- Ávalos, A., y Pérez, E. (2011). Metabolismo secundario de plantas. *REDUCA (Biología)*, 2(3), Article 3. <http://www.revistareduca.es/index.php/biologia/article/view/798>
- Avellaneda, S., Rojas, N., Cuéllar, A., y Fonseca, R. (2005). Actividad antibacteriana de *Diphyssa minutifolia* Rose. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 10(2), 0-0.
- Bastidas, Y., y Llacua, L. (2016). Evaluación de la actividad antimicrobiana del extracto metanólico de las flores de la especie vegetal "mastuerzo" (*Tropaeolum majus* L.) frente al crecimiento del microorganismo *Penicillium* sp. [Universidad Nacional del Centro del Perú]. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/619>
- Bazylko, A., Granica, S., Filipek, A., Piwowarski, J., Stefańska, J., Osińska, E., y Kiss, A. (2013). Comparison of antioxidant, anti-inflammatory, antimicrobial activity and chemical composition of aqueous and hydroethanolic extracts of the herb of *Tropaeolum majus* L. *Industrial Crops and Products*, 50, 88-94. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.07.003>
- Bezada, S., Ramírez, F., Ruiz, J., Guevara, J., y Carcelen, F. (2016). Evaluación del extracto hidroalcohólico de mastuerzo (*Tropaeolum majus*) en formulación crema para el tratamiento de la dermatomicosis causada por *Trichophyton mentagrophytes* en el cuy (*Cavia porcellus*). *Revista Peruana de Química e Ingeniería Química*, 19(1), Article 1.
- Brondani, J., Cuelho, C., Marangoni, L., Lima, R., Guex, C., Bonilha, I. de F., y Manfron, M. P. (2016). Usos tradicionales, botánica, fitoquímica, actividad biológica y toxicología de *Tropaeolum majus* L. - Una revisión. *Boletín*

- Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 15(4), Article 4.
- Brousett, M.(2021). *Evaluación del efecto biocida del extracto etanólico y proteínas purificadas de las semillas de annona muricata L. sobre larvas de sitotroga cerealella y culex quinquefasciatus*. [Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/20.500.12773/12974>
- Cabezas, G. (2014). *Evaluación del efecto cicatrizante de extractos a base de mastuerzo (Tropaeolum majus) en ratones (Mus musculus)*. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3737>
- Calil, J., Ferreira, C., Damo, L., Lima, R. de, Gaube, C., Bonilha, I., y Manfron, M. P. (2016). Traditional usages, botany, phytochemistry, biological activity and toxicology of *Tropaeolum majus* L. - A review. *Boletín latinoamericano y del Caribe de plantas medicinales y aromáticas*, 15(4), Article 4.
- Cancho, K., y Remón, E. (2019). *Efecto antibacteriano in vitro del extracto hidroalcohólico de las hojas del Prunus serotina EHRH (Guinda), frente a Staphylococcus aureus ATTC 25923*. <http://repositorio.unid.edu.pe/handle/unid/39>
- Carrión, A., y García, C. (2010). *Preparación de extractos vegetales: Determinación de eficiencia de metódica*. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/2483>
- Castillo, Y. (2021). *Efecto antibacteriano in vitro del extracto etanólico de las flores de Tropaeolum majus (mastuerzo) sobre cultivos de Staphylococcus aureus*. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. <https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/21427>
- Castro, V., Mendoza, Y., Serrano, C., y Del Carpio, C. (2011). *Actividad antibacteriana in vitro de los extractos etanólicos y clorofórmico de Flourensis polycephala Dillon (Phauka) y elaboración de una forma farmacéutica tópica para su evaluación in vivo en infecciones dérmicas por Staphylococcus aureus*. 130-130.
- Cervantes, J. (2020). *Eficacia del uso de gentamicina intravesical en comparación con nitrofurantoína en el tratamiento profiláctico de pacientes con infecciones de vías urinarias recurrentes del hospital central "Dr. Ignacio Morones Prieto", ensayo clínico aleatorizado doble ciego*. <https://repositorioinstitucional.uaslp.mx/xmlui/handle/i/7360>
- Chamorro, F., Hamdan, A., Zavala, M., Bustos, J., y León, S. (2018). *Elaboración y evaluación de un extracto de Tropaeolum majus como antimicrobiano en carne de cerdo*. *Avances de Investigación en Inocuidad de Alimentos*, 1(1), Article 1. <http://148.202.248.167/ojs/index.php/trabajosinocuidad/article/view/47>
- Chávez, J., Castillo, A., Alcocer, D., Flores, W., Puga, M., y Buitrón, D. (2018). Resistencia y sensibilidad bacteriana en urocultivos en una población de mujeres de Ecuador. *Revista Med*, 26(2), Article 2. <https://doi.org/10.18359/rmed.3407>
- Chikezie, O. (2017). Determination of minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum bactericidal concentration (MBC) using a novel dilution tube method. *African Journal of Microbiology Research*, 11(23), 977-980. <https://doi.org/10.5897/AJMR2017.8545>
- Chirinos, J., y Chota, L. (2018a). *Desarrollo de un enjuague bucal de extracto de flores de Tropaeolum majus L. con actividad antibacteriana in vitro en cepas de Streptococcus mutans*. <https://hdl.handle.net/20.500.14414/10716>
- Chirinos, J., y Chota, L. (2018b). *Efecto antibacteriano in vitro del extracto de Tropaeolum majus en cepas de Streptococcus mutans ATCC 25175*.

- [Universidad Nacional de Trujillo].  
<http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/10241>
- Cowan, M. (1999). Plant products as antimicrobial agents. *Clinical Microbiology Reviews*, 12(4), 564-582. <https://doi.org/10.1128/CMR.12.4.564>
- Cruz, A., Rodríguez N., y Rodríguez, C. (2010). *Evaluación in vitro del efecto antibacteriano de los extractos de Bidens pilosa, Lantana camara, Schinus molle y Silybum marianum*.  
<https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/articulo/view/738>
- Cuadros, S. (2019). Actividad antibacteriana de compuestos fenólicos aislados de las hojas de *Ligaria cuneifolia* «tullma», frente a *Escherichia coli* ATCC 35218 y *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, Ayacucho 2019. [Tesis de Bachiller de Químico Farmacéutica, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/4407>
- Daza, C. (2020). *Evaluación del efecto antimicrobiano y antioxidante de Tropaeolum majus. Revisión de literatura*.  
<http://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/52667>
- Durán, J., Pérez, A., Quispe, D., Guamán, W., Jaramillo, M., y Ormaza, D. (2018). Resistencia y sensibilidad bacteriana en urocultivos en una población de mujeres de Ecuador. *Revista Med*, 26(2), 22-28.
- Echeverri, D. (2021). *Usos medicinales de la capuchina: Beneficios y contraindicaciones*. Mejor con Salud. <https://mejorconsalud.as.com/ usos-medicinales-capuchina/>
- Fica, A. (2005). Aspectos básicos sobre antimicrobianos I. *Medwave*, 5(02).  
<https://doi.org/10.5867/medwave.2005.02.2522>
- Flores, K., y Puente, M. (2016). Actividad Antibacteriana del Aceite Esencial de *Piper aduncum* “Matico” sobre *Escherichia coli*. *Repositorio Institucional - UPLA*. <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/113>
- Flores, C., y Saavedra, k. (2021). *Efecto del extracto etanólico de Tropaeolum majus “mastuerzo” sobre cepas de Candida albicans in vitro* [Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt].  
[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UHR\\_373271c3a80e14a3da273f09996d91fd](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UHR_373271c3a80e14a3da273f09996d91fd)
- Frías, J., Ramírez, G., Lorente, C., Herrero, C., y Acosta, Y. (2016). *Sechium edule (jacq) sw: Potencia fitoterapéutica como agente antibacteriano*. *MediSur*, 14(6), 664-670.
- Gallegos, M. (2016). Las plantas medicinales: Principal alternativa para el cuidado de la salud en la población rural de Babahoyo, Ecuador. *Anales de la Facultad de Medicina*, 77(4), 327-332.
- Gamarra, F., y Ramos, M. (2017). *Extracción por diclorometano y CO2 supercrítico de isotiocianato de bencilo a partir de hojas de mastuerzo (Tropaeolum majus L.)* [Universidad Nacional del Centro del Perú].  
<http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/4121>
- García, J., Cantón, R., Gómez, L., y Martínez, L. (2000). Cap. 11: Métodos básicos para el estudio de la sensibilidad a los antimicrobianos. *España: SEIMC, Pp.21,22*.  
<https://www.seimc.org/contenidos/documentoscientificos/procedimientosmicrobiologia/seimc-procedimientomicrobiologia11.pdf>
- Garzón, G. A., Manns, D. C., Riedl, K., Schwartz, S. J., y Padilla-Zakour, O. (2015). Identification of phenolic compounds in petals of nasturtium flowers (*Tropaeolum majus*) by high-performance liquid chromatography coupled to mass spectrometry and determination of oxygen radical absorbance capacity(ORAC). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(6), 1803-1811. <https://doi.org/10.1021/jf503366c>

- Gil, M. (2018). *Staphylococcus saprophyticus*: Características, morfología. *Lifeder*. <https://www.lifeder.com/staphylococcus-saprophyticus/>
- Gomes, C., Lourenço, E., Liuti, B., Duque, A. O., Nihi, F., Lourenço, A. C., Mendes, T. C., Gasparotto Junior, A., y Dalsenter, P. R. (2012). Evaluation of subchronic toxicity of the hydroethanolic extract of *Tropaeolum majus* in Wistar rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 142(2), 481-487. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2012.05.023>
- Gómez, R. (2023). Efecto antibacteriano del extracto hidroalcohólico de la raíz de *Hypseocharis bilobata* killip frente a *Streptococcus pyogenes* ATCC 19615. *Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga*. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/5855>
- Granados, R., y Villaverde, P. (2000). *Microbiología: Bacteriología, medios de cultivo y pruebas bioquímicas. Micología general, parasitología general*. (Iled.). Thomson. <https://www.buscalibre.pe/libro-microbiologia-t-2-bacteriologia-medios-de-cultivo-y-pruebas-bioquimicas-micologia-general-parasitologia-general/9788428324083/p/1070496>
- Hernández, C., y Hernández, M. (2018). Las pruebas de sensibilidad antibacteriana de extractos vegetales en cepas de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. *Universidad Privada Antonio Guillermo Urreló*. <http://repositorio.upagu.edu.pe/handle/UPAGU/742>
- Herrera, M. (1999). Pruebas de sensibilidad antimicrobiana: Metodología de laboratorio. *Revista Médica del Hospital Nacional de Niños-Dr. Carlos Sáenz Herrera*, 34, 33-41.
- Huanquis, L., y León, M. (2015). *Evaluación de la actividad antimicrobiana de los extractos metanólicos de las hojas y flores de la especie vegetal Mastuerzo (Tropaeolum majus L.) frente al crecimiento de microorganismos (Escherichia coli y Staphylococcus aureus)*. [Universidad Nacional del Centro del Perú]. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/1259>
- Huashuayo, L. (2016). *Actividad antibacteriana de los extractos químicos de Caesalpinia spinosa «tara» frente a Streptococcus pyogenes ATCC 19615. Ayacucho - 2015*. [Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/1763>
- Kuroda, M., Yamashita, A., Hirakawa, H., Kumano, M., Morikawa, K., Higashide, M., Maruyama, A., Inose, Y., Matoba, K., Toh, H., Kuhara, S., Hattori, M., y Ohta, T. (2005). Whole genome sequence of *Staphylococcus saprophyticus* reveals the pathogenesis of uncomplicated urinary tract infection. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(37), 13272-13277. <https://doi.org/10.1073/pnas.0502950102>
- Kuzhuppillymyal, L., Martínez, A., y Cruz, F. (2023). Los metabolitos secundarios como agentes antimicrobianos. *Biología y Sociedad*, 6(12), 33-40.
- Llantoy, Y. (2013). Actividad antibacteriana de los extractos acuoso y etanólico de hojas y flores de *Schkuhria pinnata* «piquipichana» frente a *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 y *Streptococcus pyogenes* ATCC 19615. Ayacucho 2009. *Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga*. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/5289>
- Lock, O. (1994). *Investigación fitoquímica. Métodos en el estudio de productos naturales* (Segunda). Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú. <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/181719>
- Loja, B. (2002). Contribución al estudio florístico de la provincia de Concepción, (Junín): Dicotiledóneas. *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/1579>
- López, M., y Domingo, D. (2003). Plantas con acción antimicrobiana. *Revista Española de Quimioterapia*, 16(4), 385-393.

- Lorenzi, H., y Matos, F. (2002). *Plantas medicinais no Brasil: Nativas e exóticas*. Instituto Plantarum de Estudos da Flora. <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutodebotanica/2002/01/plantas-medicinais-no-brasil-nativas-e-exoticas/>
- Lykkesfeldt, J., y Moller, B. L. (1993). Synthesis of Benzylglucosinolate in *Tropaeolum majus* L. (Isothiocyanates as Potent Enzyme Inhibitors). *Plant Physiology*, 102(2), 609-613.
- Meza, M. A., y Tolentino, S. L. (2023). Efecto antibacteriano del extracto etanólico de *Tropaeolum majus* (Mastuerzo) frente a cepas de *Staphylococcus Aureus*, *Escherichia Coli* y *Pseudomonas Aeruginosa*. [Tesis de Bachiller de Químico Farmacéutico, *Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt*]. <http://repositorio.uroosevelt.edu.pe/handle/20.500.14140/1607>
- Ministerio de Salud de Chile (2018). *Medicamentos Herbarios Tradicionales. 103 especies*. FUCOA, Ministeriode Agricultura. <https://corporacionbiologica.info/botanica/hierbas-medicinales-sus-usos-propiedades-y-mas-pdf/>
- Mira, J. (2017). *Eficacia antimicrobiana in vitro del extracto de mastuerzo (Tropaeolum majus) y tomillo (Thymus vulgaris) sobre cepa certificada de Staphylococcus aureus* [Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/26210>
- Miranda, M., y Cuéllar, A. (2000). *Manual de prácticas de laboratorio. Farmacognosia y productos naturales*. Poligráfica Félix Varela-Instituto de Farmacia y Alimentos. <https://isbn.cloud/9789590717956/manual-de-practicas-de-laboratorio-farmacognosia-y-productos-naturales/>
- Morocho, G. (2018). *Susceptibilidad antimicrobiana de Escherichia coli causante de infección de vías urinarias en usuarios del Laboratorio Clínico Medilab-Loja*. <https://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/21394>
- Mortazavi, S., Ghaderkhani, J., Nazari, A., Sayehmiri, K., Sayehmiri, F., y Pakzad, I. (2019). Pattern of Antibacterial Resistance in Urinary Tract Infections: A Systematic Review and Meta-analysis. *International Journal of Preventive Medicine*, 10, 169. [https://doi.org/10.4103/ijpvm.IJPVM\\_419\\_17](https://doi.org/10.4103/ijpvm.IJPVM_419_17)
- Murray, P., Rosenthal, K., y Pfaller, M. A. (2009). *Microbiología médica* (6ª ed). Elsevier.
- Najarro, V. (2014). Actividad biológica del extracto etanólico de las hojas, corteza y semilla de *Persea americana* Mili, «palto» frente a cepas de Enterobacterias. Ayacucho-2013. *Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga*. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/4102>
- Nanzi, A. (1999). *Capuchina - Tropaeolum majus* L. Scribd. <https://es.scribd.com/doc/88402944/Capuchina>
- Olortegui, A. R., y Alvia, C. A. (2022). *Efecto antibacteriano in vitro del extracto hidroalcohólico del fruto de Solanum sessiliflorum (cocona) frente a cepas de Staphylococcus aureus y Streptococcus pyogenes*. <https://repositorio.uma.edu.pe/handle/20.500.12970/786>
- Orden, B., Martínez, R., y Millán, R. (2008). ¿Qué estamos aprendiendo de *Staphylococcus saprophyticus*? *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 26(8), 495-499.
- Ortiz, D. (2023). *Valoración del uso etnobotánica de plantas medicinales en el área de conservación del bosque de la comunidad chachi el encanto* [Tesis]. <http://localhost/xmlui/handle/123456789/3398>
- Palomino, J. (2000). *Actividad antibacteriana de Punica granatum «granado» en cepas de Vibrio cholerae y Escherichia coli, aislados de pacientes con enfermedad diarreica aguda (EDA)*. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

- Pintão, A. M., Santos, T., y Nogueira, F. (2024). Antimalarial Activity of Aqueous Extracts of Nasturtium (*Tropaeolum majus* L.) and Benzyl Isothiocyanate. *Molecules*, 29(10), Article 10. <https://doi.org/10.3390/molecules29102316>
- Ramírez, L., y Castaño, D. (2009). Metodologías para evaluar in vitro la actividad antibacteriana de compuestos de origen vegetal. *Scientia Et Technica*, XV (42), 263-268.
- Rodríguez, E. (2011). Uso de agentes antimicrobianos naturales en la conservación de frutas y hortalizas. *Ra Ximhai*, 7(1), 153-170.
- Rodríguez, K. (2018). *Comparación del efecto antimicrobiano in vitro del aceite esencial de las semillas de moringa oleífera frente a gentamicina y nitrofurantoína, sobre escherichia coli ATCC 35218, Tacna – 2017* [Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/3311>
- Rodríguez, R. (2012). *Gentamicina: Antimicrobianos*. Vademécum Académico de Medicamentos. <https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1552&sectionid=90370876>
- Rodríguez, T. (2022). *Staphylococcus saprophyticus* | *Microchem Laboratory*. <https://microchemlab.com/microorganisms/bacteria/staphylococcus-saprophyticus/>
- Rojas, J., García, A., y López, A. (2005). Evaluación de dos metodologías para determinar la actividad antimicrobiana de plantas medicinales. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 4(2), 28-32.
- Romero, A., y Baldeón, I. (2019). *Actividad antibacteriana del extracto etanólico de las flores de Tropaeolum majus L. (mastuerzo), frente a Staphylococcus epidermidis, por la técnica de Kirby-Bauer* [Universidad Inca Garcilaso De La Vega]. <http://repositorio.uigv.edu.pe/handle/20.500.11818/5389>
- Rzedowski, J., y Calderón, G. (2001). *Flora fanerogámica del Valle de México: Vol. I* (2a ed.). Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. [http://www1.inecol.edu.mx/publicaciones/FLORA\\_FANEROGAMICA.htm](http://www1.inecol.edu.mx/publicaciones/FLORA_FANEROGAMICA.htm)
- Sacsquispe, R., y Velásquez, J. (2002). Manual de procedimientos para la prueba de sensibilidad antimicrobiana por el método de disco de difusión. Serie de normas técnicas N° 30. *Instituto Nacional de Salud*. <https://repositorio.ins.gob.pe/handle/20.500.14196/827>
- Suckdev, H., Suman, K., Gennaro, L., y Dev, R. (2008). *Extraction technologies for medicinal and aromatic plants*. Earth, Environmental and Marine Sciences and Technologies.
- Tenorio, A., y Estrada, J. (2016). *Efecto inhibitorio in vitro del extracto etanólico de Tropaeolum majus “mastuerzo” sobre Escherichia coli aislada de pacientes con Infecciones del Tracto Urinario*. [Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”]. <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/1026>
- Tintaya, P. (2015). *Evaluación de la prescripción de gentamicina en gestantes hospitalizadas con infección del tracto urinario en el Hospital Hipólito Unanue de Tacna, abril – setiembre 2014* [Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/2186>
- Trivedi, M., Branton, A., Trivedi, D., Nayak, G., Mondal, S., y Jana, S. (2015). Antimicrobial Sensitivity, Biochemical Characteristics and Biotyping of *Staphylococcus saprophyticus*: An Impact of Biofield Energy Treatment. *Journal of Women's Health Care*, 4(6), 1000271.
- Valgas, C., Simone, S., Smânia, E., y Smânia, A. (2007). Screening methods to determine antibacterial activity of natural products. *Brazilian Journal of*

*Microbiology*, 38, 369-380. <https://doi.org/10.1590/S1517-83822007000200034>

- Vásquez, L., Ecurra, J., Aguirre Toca, R., Vásquez Salazar, G., y Vásquez Arca, L. (2010). *Plantas medicinales del norte del Perú*. FINCyT.
- Ventura, Y. (2019). Extracción y caracterización química de flavonoides y análisis proximal en las flores de *Tropaeolum majus* L. (TEXAO). [Tesis de Bachiller en Químico, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/11065>
- Vergara, C. (2011). Efecto Inhibitorio «*In Vitro*» Del Extracto Acuoso y El Extracto Etanólico de la Hoja de *Erythroxylum novogranatense* Var *Truxillense* (Coca) Sobre El crecimiento de *Streptococcus mutans*. *Universidad Nacional de Trujillo*. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/465>
- Villar, M., y Villavicencio, O. (2001). Manual de fitoterapia. *Seguro Social de Salud (EsSalud)*. <https://repositorio.essalud.gob.pe/handle/20.500.12959/674>
- Zanetti, G., Manfron, M., Hoelzel, S., Morel, A., y Pagliarin, V. P. (2003). Toxicidade aguda e atividade antibacteriana dos extratos de *Tropaeolum majus* L. *Acta Farmacéutica Bonaerense*, 22, n.º 2. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/6583>

## **ANEXOS**

**Anexo 1.** Constancia de identificación taxonómica de *Tropaeolum majus* “mastuerzo”.  
Ayacucho, 2023.

José R. Campos de la Cruz  
CONSULTOR BOTÁNICO  
C. B. P. 3796  
Cel: 963689079  
Email: jocamde@gmail.com



## **CERTIFICACION DE IDENTIFICACION BOTANICA**

JOSÉ RICARDO CAMPOS DE LA CRUZ. BIÓLOGO COLEGIADO. CBP 3796 – INSCRITO EN EL REGISTRO DE PROFESIONALES QUE REALIZAN CERTIFICACIONES DE IDENTIFICACION TAXONÓMICA DE ESPECÍMENES Y PRODUCTOS DE FLORA – RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 0311-2013- MINAGRI-DGFFS-DGEFFS.

### **Certifica:**

Que, **AGUIRRE ROJAS YANETH**, Bachiller en Ciencias Biológicas, egresada de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Biológicas, Escuela Académico Profesional de Biología, especialidad de Microbiología, ha solicitado la identificación y certificación botánica de una planta conocida con el nombre vulgar de “mastuerzo”, la muestra fértil con flores y frutos ha sido estudiada e identificada como *Tropaeolum majus* L. Según el Sistema Integrado de Clasificación de las Angiospermas de Arthur Cronquist (1981) ocupa las siguientes categorías taxonómicas:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Rosidae

Orden: Geraniales

Familia: Tropaeolaceae

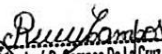
Género: *Tropaeolum*

Especie: *Tropaeolum majus* L.

Nombre vulgar: Mastuerzo

Se expide la presente certificación para fines de investigación científica.

Lima, 08 de mayo del 2023

  
José R. Campos De La Cruz  
BIÓLOGO  
C.B.P. 3796

Jr. Sánchez Silva 156 – Piso 2–Urb. Santa Luzmila –Lima 07 –Lima

**Anexo 2.** Certificado de análisis de la cepa *Staphylococcus saprophyticus* ATCC 15305 adquirido por GenLab del Perú, 2023.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Certificate of Analysis: Lyophilized Microorganism Specification and Performance Upon Release                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Specifications</b><br>Microorganism Name: <i>Staphylococcus saprophyticus</i><br>Catalog Number: 0494<br>Lot Number: 494-85**<br>Reference Number: ATCC® 15305™<br>Passage from Reference: 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Expiration Date:</b> 2024/10/31<br><b>Release Information:</b><br>Quality Control Technologist: Mariah H Smith<br>Release Date: 2022/12/16                                                                                                                                                                   |
| <b>Macroscopic Features:</b><br>Small to medium, smooth, raised to slightly convex, glistening, entire edge, white to cream.<br><b>Microscopic Features:</b><br>Gram positive cocci singly, in pairs and occasionally in tetrads.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Performance</b><br><b>Medium:</b><br>SBAP<br><b>Method:</b><br>Gram Stain (1)                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>ID System:</b> MALDI-TOF (1)<br>See attached ID System results document.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Other Features/ Challenges: Results</b><br>(1) Catalase (3% Hydrogen Peroxide): positive<br>(1) Coagulase (rabbit plasma-tube): negative<br><br><br>Amanda Kuperus<br>Director of Quality Control<br>AUTHORIZED SIGNATURE |
| <p>**Disclaimer: The last digit(s) of the lot number appearing on the product label and packing slip are merely a packaging event number. The lot number displayed on this certificate is the actual base lot number.</p> <p>⚠ Refer to the enclosed product insert for instructions, intended use and hazard/safety information.</p> <p>Individual products are traceable to a recognized culture collection.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;"> <br/> <b>ACCREDITED</b><br/> <small>REFERENCE MATERIAL PRODUCER</small><br/> <small>CERT #2655.02</small> </div> <div> <p>(*) The ATCC Licensed Derivative Emblem, the ATCC Licensed Derivative word mark and the ATCC catalog marks are trademarks of ATCC. Microbiologics, Inc. is licensed to use these trademarks and to sell products derived from ATCC® cultures.</p> <p>(†) These tests are accredited to ISO/IEC 17025.</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;"> <br/> <b>ACCREDITED</b><br/> <small>TESTING CERT #2655.01</small> </div> </div> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

### Anexo 3. Carta de conformidad de co-asesora

#### CARTA DE CONFORMIDAD DE CO-ASESORA DE PROYECTO DE TESIS

Ayacucho, 12 de enero de 2024

Dr. Saturnino Martín Tenorio Bautista  
Decano de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional San  
Cristóbal de Huamanga.

Previo un cordial saludo y mediante la presente, doy fe de haber participado en la estructuración del proyecto y en mi condición de Co-asesora, hago saber mi conformidad al proyecto de tesis titulado “Actividad antibacteriana del extracto etanólico y acuoso de las hojas de *Tropaeolum majus* “mastuerzo” frente *Staphylococcus saprophyticus* ATCC 15305”, presentado por la Bach. AGUIRRE ROJAS, Yaneth, por tanto, cuenta con mi aprobación y asumo la responsabilidad académica como Co-asesora.

Segura de contar con su atención, hago propicia la oportunidad para expresar las muestras de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente



Mtra. Vivian Vilma Falconi Oré  
Químico Farmacéutica

Firmado  
digitalmente por  
Vivian Vilma  
Falconi Oré  
Fecha: 2024.01.12

---

Mtra. Q.F. Vivian Vilma Falconi Oré  
Docente Co-asesora

**Anexo 4.** Fotografía de la planta de *Tropaeolum majus* “mastuerzo”. Ayacucho,2023.



1. Planta de *Tropaeolum majus* L.



2. Flores de *Tropaeolum majus* L. : a) vista frontal, b) vista lateral

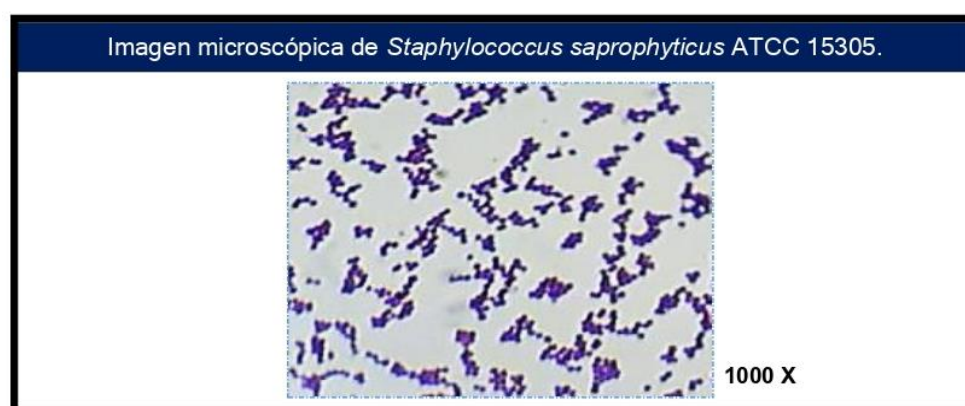
**Anexo 5.** Recolección, desecación y trituración de las hojas de *Tropaeolum majus* “mastuerzo”.



**Anexo 6.** Preparación de los extractos etanólico y acuoso de las hojas de *Tropaeolum majus* “mastuerzo”.



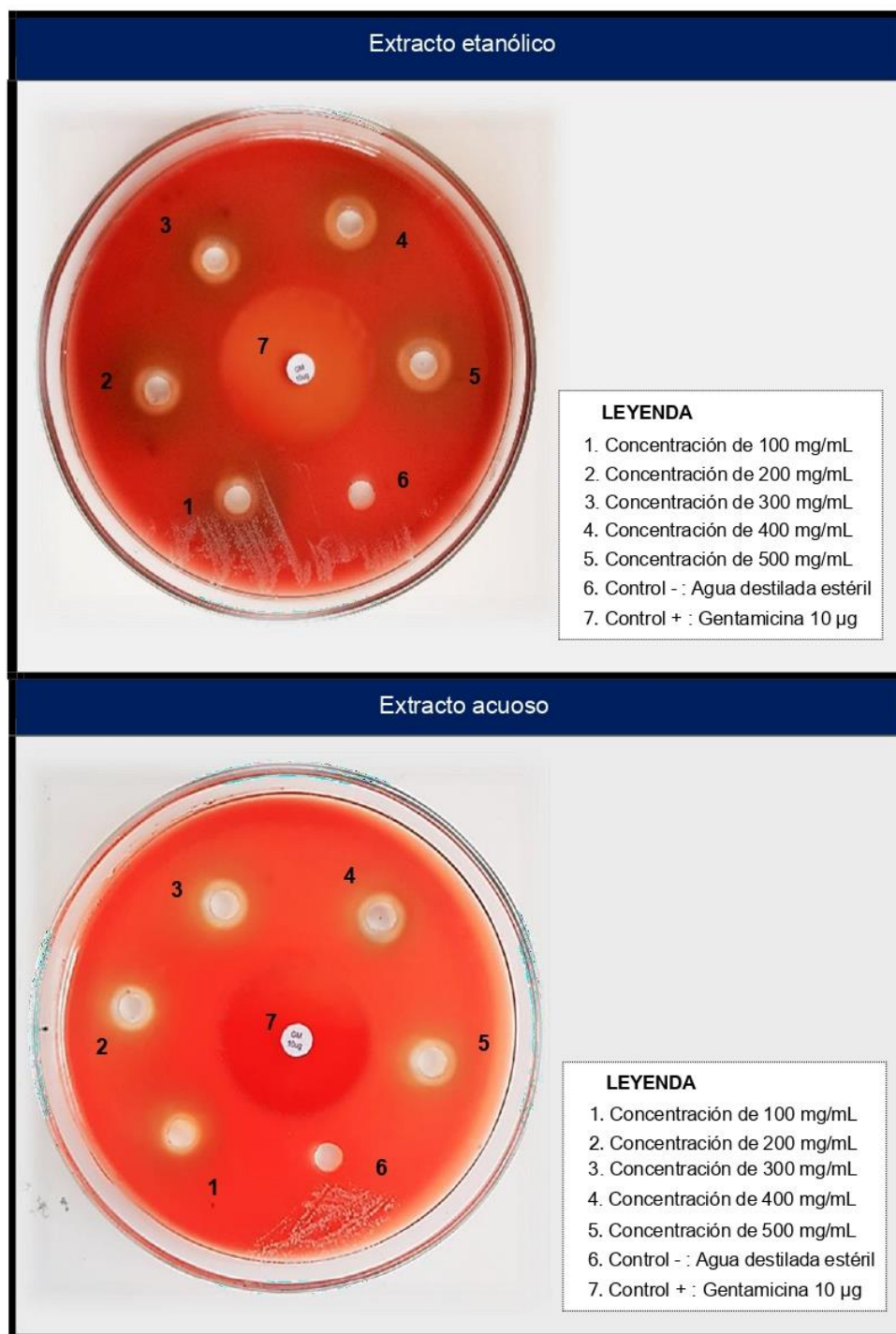
**Anexo 7.** Reactivación y cultivo joven de la cepa de *Staphylococcus saprophyticus* ATCC 15305. Ayacucho, 2023.



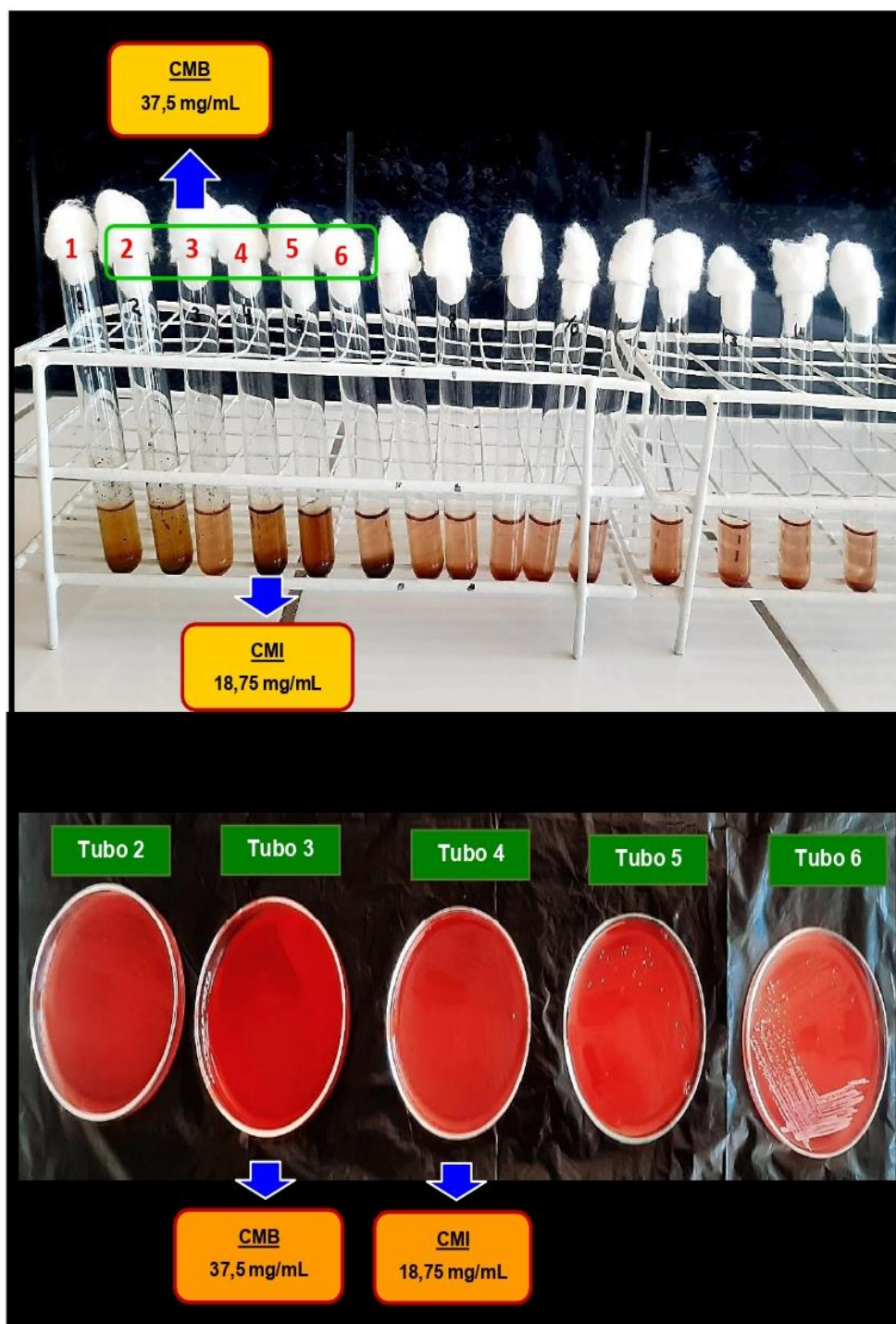
**Anexo 8.** Determinación de la actividad antibacteriana de los extractos etanólico y acuoso de las hojas de *Tropaeolum majus* “mastuerzo” frente a *Staphylococcus saprophyticus* ATCC 15305.



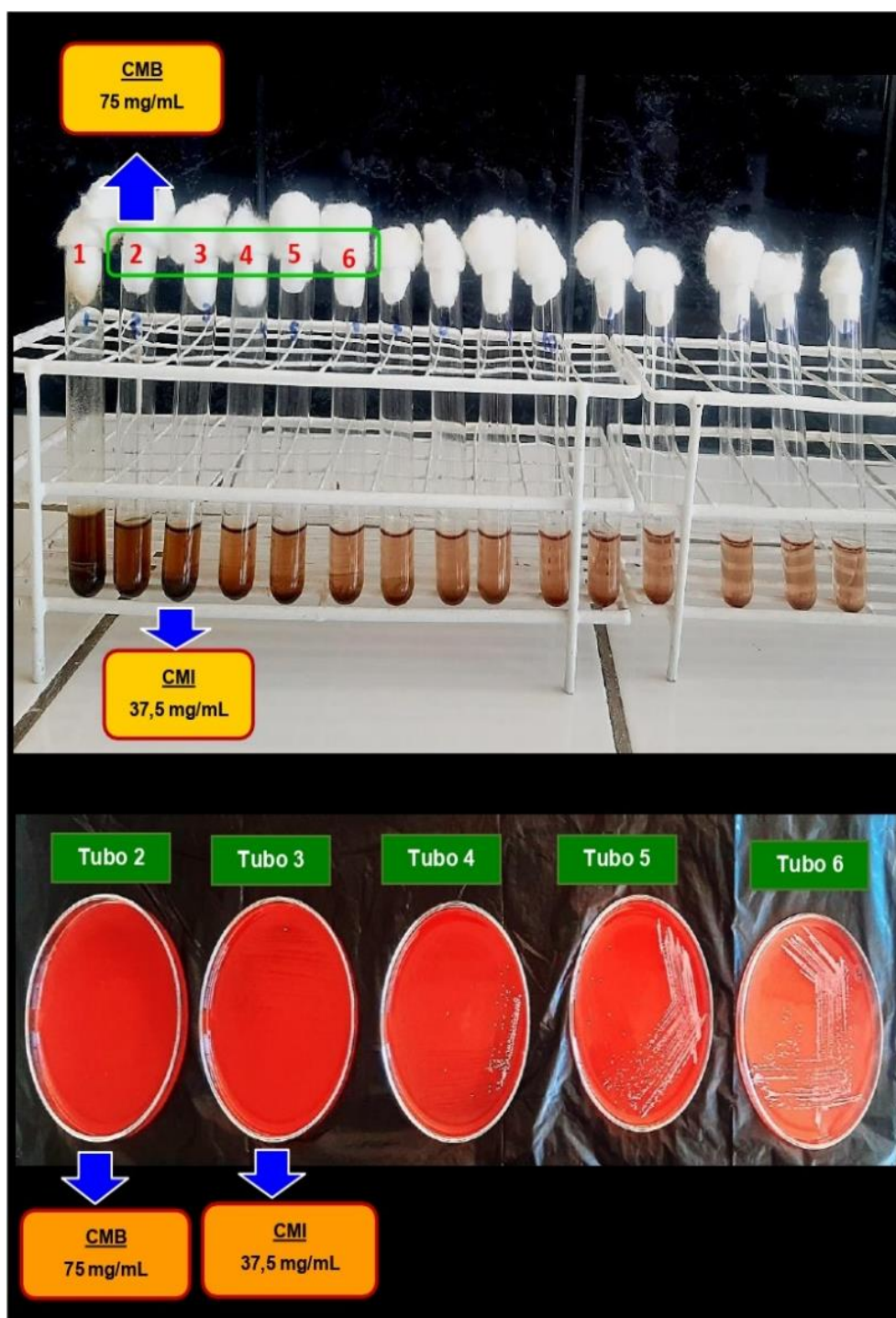
**Anexo 9.** Halos de inhibición de los extractos etanólico y acuoso de las hojas de *Tropaeolum majus*. Ayacucho, 2023.



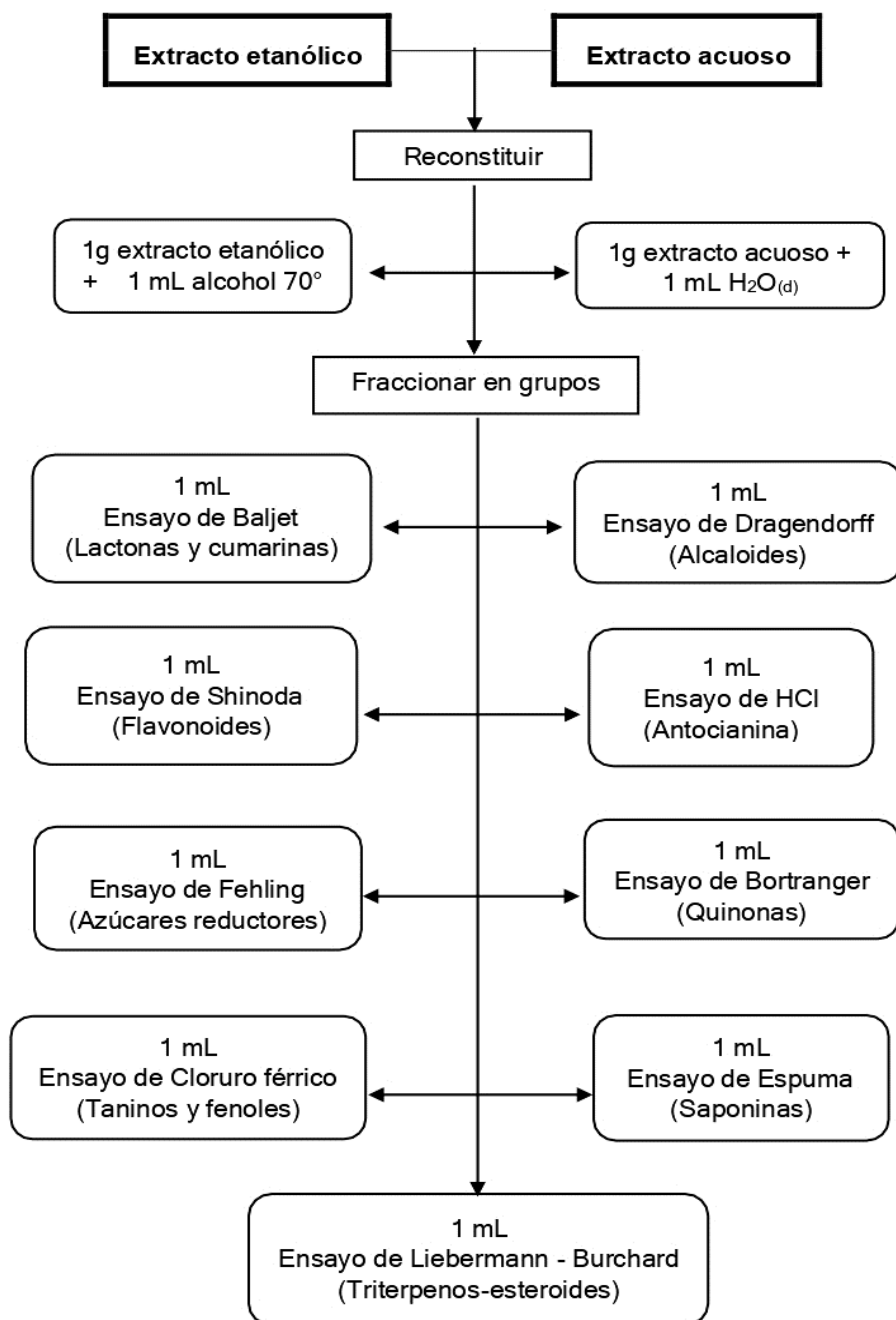
**Anexo 10.** Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) y Concentración Mínima Bactericida (CMB) de los extractos etanólico de las hojas de *Tropaeolum majus* “mastuerzo”. Ayacucho, 2023.



**Anexo 11.** Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) y Concentración Mínima Bactericida (CMB), de los extractos acuoso de las hojas de *Tropaeolum majus* “mastuerzo”. Ayacucho, 2023.



**Anexo 12.** Esquema de identificación de metabolitos secundarios de los extractos etanólico y acuoso de las hojas de *Tropaeolum majus* “mastuerzo”.



**Anexo 13.** Protocolo de identificación de metabolitos secundarios de los extractos etanólico y acuoso de las hojas de *Tropaeolum majus* “mastuerzo”.

| Metabolitos secundarios  | Ensayo              | Procedimiento                                                                                              | Reacción positivo                         |
|--------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Lactonas y cumarinas     | Baljet              | 1 mL de extracto + 3 gotas del reactivo Baljet.                                                            | Rojo claro a oscuro                       |
| Flavonoides              | Shinoda             | 1mL de extracto + limadura Mg + gotas HCl <sub>(c)</sub>                                                   | Rojos                                     |
| Azúcares reductores      | Fehling             | 1 mL de extracto + 1 mL Fehling A + Fehling B                                                              | Precipitado rojo                          |
| Taninos y fenoles        | Cloruro férrico     | 1 mL del extracto + 2 mL H <sub>2</sub> O <sub>(d)</sub> + 1 gota de FeCl <sub>3</sub> 1%                  | Colores verde intensos                    |
| Alcaloides               | Dragendorff         | 1 mL extracto + 1 ml HCl 1 % + gotas de reactivo de Dragendorff                                            | Rojo a naranja                            |
| Antocianina              | HCl                 | 1 mL de extracto + 1 mL HCl <sub>(c)</sub> + 1mL H <sub>2</sub> O <sub>(d)</sub> + 1 mL de alcohol amílico | Rojo a marrón en la fase amílica          |
| Quinonas                 | Bortranger          | 1 mL de extracto + 1 mL de cloroformo + NaOH 5 %                                                           | Rojo en fase acuosa                       |
| Saponinas                | Espuma              | 1 mL de extracto + 1 mL H <sub>2</sub> O <sub>(d)</sub> + agitación vigorosa por 30 segundos.              | aparición de espuma por más de 2 minutos. |
| Triterpenos - esteroides | Liebermann Burchard | 1 mL de extracto + gotas HOAc + 3 mL Ac <sub>2</sub> O/H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (50:1)               | Verde, azul verdoso (vía rojo o azul)     |

**Anexo 14.** Metabolitos secundarios presentes en los extractos etanólico y extracto acuoso de las hojas *Tropaeolum majus* “mastuerzo”. Ayacucho, 2023.

| Metabolitos secundarios | Ensayo          | Resultado          |                 |
|-------------------------|-----------------|--------------------|-----------------|
|                         |                 | Extracto etanólico | Extracto acuoso |
| Lactonas y cumarinas    | Baljet          | ++                 | +               |
| Flavonoides             | Shinoda         | +++                | ++              |
| Azúcares reductores     | Fehling         | ++                 | +               |
| Taninos y fenoles       | Cloruro férrico | +++                | ++              |
| Alcaloides              | Dragendorff     | +                  | -               |
| Antocianina             | HCl             | +                  | -               |
| Quinonas                | Bortranger      | ++                 | +               |
| Saponinas               | Espuma          | -                  | -               |
| Esteroides              | Lieberman       | +                  | -               |

**Leyenda**

- +
  - ++
  - +++
  -
- : Trazas  
: Regular  
: Abundante  
: No detectable

**Anexo 15.** Datos de la Actividad antibacteriana de los extractos etanólico y acuoso de las hojas de *Tropaeolum majus* “mastuerzo” frente a *Staphylococcus saprophyticus* ATCC 15305. Ayacucho 2023.

| Tipo de extracto   | Concentración (mg/mL) | Actividad antibacteriana de las hojas de<br><i>Tropaeolum majus</i> “mastuerzo” frente<br><i>Staphylococcus saprophyticus</i> ATCC 15305. |      |      |      |      |                                              |                                       |
|--------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|----------------------------------------------|---------------------------------------|
|                    |                       | Diámetro de halo de inhibición                                                                                                            |      |      |      |      | Promedio<br>de halo de<br>inhibición<br>(mm) | Porcentaje<br>de<br>inhibición<br>(%) |
|                    |                       | (mm)                                                                                                                                      |      |      |      |      |                                              |                                       |
|                    |                       | R1                                                                                                                                        | R2   | R3   | R4   | R5   |                                              |                                       |
| Extracto etanólico | 100                   | 8,0                                                                                                                                       | 8,0  | 8,2  | 7,5  | 7,8  | 7,90                                         | 30,02                                 |
|                    | 200                   | 9,0                                                                                                                                       | 8,5  | 10,0 | 9,5  | 9,0  | 9,20                                         | 34,95                                 |
|                    | 300                   | 11,0                                                                                                                                      | 10,7 | 11,0 | 11,2 | 10,0 | 10,78                                        | 40,96                                 |
|                    | 400                   | 11,5                                                                                                                                      | 11,0 | 11,4 | 12,0 | 11,0 | 11,38                                        | 43,24                                 |
|                    | 500                   | 12,0                                                                                                                                      | 11,8 | 13,0 | 12,5 | 11,5 | 12,16                                        | 46,20                                 |
|                    | Gentamicina de 10 ug  | 26,0                                                                                                                                      | 27,0 | 25,8 | 26,0 | 26,8 | 26,32                                        |                                       |
| Extracto acuoso    | 100                   | 7,0                                                                                                                                       | 6,8  | 7,5  | 7,3  | 7,0  | 7,12                                         | 26,87                                 |
|                    | 200                   | 7,5                                                                                                                                       | 7,0  | 8,0  | 8,0  | 7,3  | 7,56                                         | 28,53                                 |
|                    | 300                   | 8,0                                                                                                                                       | 7,7  | 8,0  | 8,5  | 9,0  | 8,24                                         | 31,09                                 |
|                    | 400                   | 8,5                                                                                                                                       | 10,0 | 9,8  | 9,0  | 9,0  | 9,26                                         | 34,94                                 |
|                    | 500                   | 11,4                                                                                                                                      | 11,0 | 10,0 | 10,5 | 11,0 | 10,78                                        | 40,68                                 |
|                    | Gentamicina de 10 µg  | 26,0                                                                                                                                      | 27,0 | 27,0 | 26,7 | 25,8 | 26,50                                        |                                       |

**Anexo 16.** Prueba P de normalidad del diámetro de los halos de inhibición del extracto etanólico de las hojas de *Tropaeolum majus* “mastuerzo”.

| Concentración             | Shapiro-Wilk |    |      |
|---------------------------|--------------|----|------|
|                           | Estadístico  | gl | Sig. |
| 100 mg/mL de extracto     | ,942         | 5  | ,679 |
| 200 mg/mL de extracto     | ,961         | 5  | ,814 |
| 300 mg/mL de extracto     | ,852         | 5  | ,202 |
| 400 mg/mL de extracto     | ,896         | 5  | ,390 |
| 500 mg/mL de extracto     | ,963         | 5  | ,827 |
| 10 $\mu$ g de gentamicina | ,840         | 5  | ,166 |

\*Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

**Anexo 17.** Prueba P de normalidad del diámetro de los halos de inhibición del extracto acuoso de las hojas de *Tropaeolum majus* “mastuerzo”.

| Concentración             | Shapiro-Wilk |    |      |
|---------------------------|--------------|----|------|
|                           | Estadístico  | gl | Sig. |
| 100 mg/mL de extracto     | ,939         | 5  | ,656 |
| 200 mg/mL de extracto     | ,900         | 5  | ,410 |
| 300 mg/mL de extracto     | ,922         | 5  | ,541 |
| 400 mg/mL de extracto     | ,913         | 5  | ,483 |
| 500 mg/mL de extracto     | ,946         | 5  | ,709 |
| 10 $\mu$ g de gentamicina | ,843         | 5  | ,174 |

\*Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

**Anexo 18.** Prueba de análisis de varianza (ANOVA) del extracto etanólico de las hojas de *Tropaeolum majus* “mastuerzo”.

| Halo de inhibición(mm) | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F       | Sig. |
|------------------------|-------------------|----|------------------|---------|------|
| Entre grupos           | 1130,598          | 5  | 226,120          | 946,107 | ,000 |
| Dentro de grupos       | 5,736             | 24 | ,239             |         |      |
| Total                  | 1136,334          | 29 |                  |         |      |

**Anexo 19.** Comparaciones de medias de Tukey de halos de inhibición del extracto etanólico de las hojas de *Tropaeolum majus* “mastuerzo” a distintas concentraciones.

| Concentración         | N | Subconjunto para alfa = 0.05 |        |         |         |         |
|-----------------------|---|------------------------------|--------|---------|---------|---------|
|                       |   | 1                            | 2      | 3       | 4       | 5       |
| 100 mg/mL de extracto | 5 | 7,9000                       |        |         |         |         |
| 200 mg/mL de extracto | 5 |                              | 9,2000 |         |         |         |
| 300 mg/mL de extracto | 5 |                              |        | 10,7800 |         |         |
| 400 mg/mL de extracto | 5 |                              |        | 11,3800 | 11,3800 |         |
| 500 mg/mL de extracto | 5 |                              |        |         | 12,0000 |         |
| 10 ug de gentamicina  | 5 |                              |        |         |         | 26,3200 |
| Sig.                  |   | 1,000                        | 1,000  | ,403    | ,157    | 1,000   |

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 5,000.

**Anexo 20.** Prueba de análisis de varianza (ANOVA) del extracto acuoso de las hojas de *Tropaeolum majus* “mastuerzo”.

| Halo de inhibición(mm) | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F        | Sig. |
|------------------------|-------------------|----|------------------|----------|------|
| Entre grupos           | 1379,182          | 5  | 275,836          | 1079,594 | ,000 |
| Dentro de grupos       | 6,132             | 24 | ,255             |          |      |
| Total                  | 1385,314          | 29 |                  |          |      |

**Anexo 21.** Comparaciones de medias de Tukey de halos de inhibición del extracto acuoso de las hojas de *Tropaeolum majus* “mastuerzo” a distintas concentraciones.

| Concentración         | N | Subconjunto para alfa = 0.05 |        |        |         |         |
|-----------------------|---|------------------------------|--------|--------|---------|---------|
|                       |   | 1                            | 2      | 3      | 4       | 5       |
| 100 mg/mL de extracto | 5 | 7,1200                       |        |        |         |         |
| 200 mg/mL de extracto | 5 | 7,5600                       | 7,5600 |        |         |         |
| 300 mg/mL de extracto | 5 |                              | 8,2400 |        |         |         |
| 400 mg/mL de extracto | 5 |                              |        | 9,2600 |         |         |
| 500 mg/mL de extracto | 5 |                              |        |        | 10,7800 |         |
| 10 ug de gentamicina  | 5 |                              |        |        |         | 26,5000 |
| Sig.                  |   | ,740                         | ,307   | 1,000  | 1,000   | 1,000   |

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 5,000.

## Anexo 22. Matriz de consistencia

| TÍTULO                                                                                                                                                                                   | PROBLEMA                                                                                                                                                                     | OBJETIVOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | HIPÓTESIS                                                                                                                                                                     | VARIABLES E INDICADORES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | METODOLOGÍA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Actividad antibacteriana de los extractos etanólico y acuoso de las hojas de <i>Tropaeolum majus</i> “mastuerzo” frente a <i>Staphylococcus saprophyticus</i> ATCC15305. Ayacucho- 2021. | ¿Tendrá actividad antibacteriana el extracto etanólico y acuoso de las hojas de <i>Tropaeolum majus</i> “mastuerzo” frente a <i>Staphylococcus saprophyticus</i> ATCC 15305? | <b>Objetivo general</b><br>Evaluar la actividad antibacteriana de los extractos etanólico y acuoso de las hojas de <i>Tropaeolum majus</i> “mastuerzo” frente a <i>Staphylococcus saprophyticus</i> ATCC 15305.<br><br><b>Objetivos específicos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar el porcentaje de inhibición de los extractos etanólico y acuoso de las hojas de <i>Tropaeolum majus</i> “mastuerzo” frente al estándar de gentamicina.</li> <li>Determinar la Concentración Mínima inhibitoria y la Concentración Mínima Bactericida para <i>Staphylococcus saprophyticus</i> ATCC 15305, utilizando los extractos de las hojas de <i>Tropaeolum majus</i> “mastuerzo”.</li> </ul> | Los extractos etanólico y acuoso de las hojas de <i>Tropaeolum majus</i> “mastuerzo” tienen actividad antibacteriana frente a <i>Staphylococcus saprophyticus</i> ATCC 15305. | <b>Variable independiente</b><br>Extracto etanólico y acuoso de las hojas de <i>Tropaeolum majus</i> “mastuerzo”<br><br><b>Indicadores</b><br>Concentraciones de 500,400,300,200,100mg/mL.<br><br><b>Variable dependiente</b><br>Actividad antibacteriana.<br><br><b>Indicadores</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Diámetro de los halos de inhibición en mm.</li> <li>Porcentaje de inhibición.</li> <li>Concentración Mínima Inhibitoria en mg/mL (CMI).</li> <li>Concentración Mínima Bactericida en mg/mL (CMB).</li> </ul> | <b>Tipo de Investigación</b><br>Básica<br><br><b>Nivel de Investigación</b><br>Experimental<br><br><b>Muestra biológica</b><br>5 kg de hojas sanas de <i>Tropaeolum majus</i> “mastuerzo”.<br><br><b>Unidad experimental</b><br>Cepa de <i>Staphylococcus saprophyticus</i> ATCC 15305.<br><br><b>Método</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Difusión de pozos en agar.</li> <li>-Dilución en caldo.</li> </ul> <b>Diseño experimental</b><br>Cinco concentraciones de 500, 400, 300, 200 y 100 mg/mL del extracto etanólico y acuoso de las hojas de <i>Tropaeolum majus</i> “mastuerzo” con cinco repeticiones cada uno, frente a <i>Staphylococcus saprophyticus</i> ATCC 15305.<br><br><b>Análisis estadístico</b><br>Se utilizó el análisis estadístico de ANOVA factorial al 95 % de confianza y su prueba complementaria de Tukey mediante el paquete estadístico SPSS versión 27. |

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**  
**Bach. Yaneth AGUIRRE ROJAS**  
**RESOLUCIÓN DECANAL N° 268-2024-UNSCH-FCB-D**

En la ciudad de Ayacucho, siendo las diez de la mañana del dieciséis de julio del año dos mil veinticuatro; se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, participando como presidente encargado a su vez miembro de jurado el Dr. Víctor Luis CÁRDENAS LÓPEZ, mediante Memorando N° 216-2024-UNSCH-FCB con fecha 15 de julio del año dos mil veinticuatro; Dr. José ALARCÓN GUERRERO (Miembro – Jurado), Mg. Ruth Elsa HUAMÁN DE LA CRUZ (Miembro – Asesora), Dr. Raúl Antonio MAMANI AYCACHI (Miembro - 4to Jurado); actuando como secretario docente el Mg. Luis Uriel MOSCOSO GARCÍA; para presenciar la sustentación de tesis titulada: **Actividad antibacteriana de los extractos etanólico y acuoso de las hojas de *Tropaeolum majus* "mastuerzo" frente a *Staphylococcus saprophyticus* ATCC 15305. Ayacucho-2021**; presentado por la Bach. Yaneth AGUIRRE ROJAS; el presidente luego de verificar la documentación presentada, indicó al secretario docente dar lectura a la documentación generada que refrenda el presente acto académico, luego de ello dispuso el inicio al acto de sustentación, indicando a la sustentante que dispone de cuarenta y cinco minutos para exponer su trabajo de investigación tal como establece el Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Biología. Culminada la exposición, el presidente invitó a cada uno de los Miembros del Jurado a participar con sus observaciones, sugerencias y preguntas a la sustentante. Culminada esta etapa, el presidente invitó a la sustentante y al público asistente a abandonar momentáneamente el Auditorio para que los miembros del jurado evaluador puedan realizar las deliberaciones y calificaciones; cuyos resultados son los que se consignan a continuación:

| <b>Miembros del Jurado Evaluador</b> | <b>Exposición</b> | <b>Respuesta/preguntas</b> | <b>Promedio</b> |
|--------------------------------------|-------------------|----------------------------|-----------------|
| Dr. Víctor Luis CÁRDENAS LÓPEZ       | 18                | 16                         | 17              |
| Dr. José ALARCÓN GUERRERO            | 17                | 17                         | 17              |
| Dr. Raúl Antonio MAMANI AYCACHI      | 17                | 17                         | 17              |
| <b>PROMEDIO</b>                      |                   |                            | <b>17</b>       |

La sustentante alcanzó el promedio de 17 aprobatorio. Acto seguido, el presidente autorizó el ingreso de la sustentante y el público al Auditorio dando a conocer los resultados e indicando que de este modo se da por finalizado el presente acto académico, siendo las seis y veinte de la tarde; firmando al pie del presente en señal de conformidad.

  
Dr. Víctor Luis CÁRDENAS LÓPEZ  
Presidente – Jurado

  
Dr. José ALARCÓN GUERRERO  
Miembro – Jurado

  
Dr. Raúl Antonio MAMANI AYCACHI  
Miembro – 4to Jurado

  
Mg. Ruth Elsa HUAMÁN DE LA CRUZ  
Miembro – Asesora

  
Mg. Luis Uriel MOSCOSO GARCÍA  
Secretario Docente



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

DECANATURA - ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

Nº 67-2024-FCB-D

Yo, VÍCTOR LUIS CÁRDENAS LÓPEZ, Director Encargado de la Escuela Profesional de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; autoridad encargada de verificar la tesis titulada: **Actividad antibacteriana de los extractos etanólico y acuoso de las hojas de Tropaeolum majus "mastuerzo" frente a Staphylococcus saprophyticus ATCC 15305. Ayacucho-2021**, por **YANETH AGUIRRE ROJAS**; he constatado por medio del uso de la herramienta TURNITIN, procesado CON DEPÓSITO, una similitud de 8%, grado de coincidencia, menor a lo que determina la ausencia de plagio definido por el Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la UNSCH, aprobado con Resolución del Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU.

En consecuencia, la tesis cumple con las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Se acompaña el INFORME FINAL DE TURNITIN correspondiente.

Ayacucho, 10 de octubre de 2024.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA  
  
Dr. Víctor Luis Cárdenas López  
DIRECTOR(a)

# Actividad antibacteriana de los extractos etanólico y acuoso de las hojas de *Tropaeolum majus* “mastuerzo” frente a *Staphylococcus saprophyticus* ATCC 15305. Ayacucho-2021

*por Yaneth Aguirre Rojas*

---

**Fecha de entrega:** 10-oct-2024 07:26a.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2481080210

**Nombre del archivo:** AGUIRRE\_ROJAS-Yaneth-pregrado-2024\_TURNITIN\_3.pdf (624.66K)

**Total de palabras:** 9495

**Total de caracteres:** 52053

# Actividad antibacteriana de los extractos etanólico y acuoso de las hojas de *Tropaeolum majus* "mastuerzo" frente a *Staphylococcus saprophyticus* ATCC 15305. Ayacucho-2021

## INFORME DE ORIGINALIDAD

8%

INDICE DE SIMILITUD

8%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1

[repositorio.unsch.edu.pe](https://repositorio.unsch.edu.pe)

Fuente de Internet

3%

2

Submitted to Universidad Nacional de San  
Cristóbal de Huamanga

Trabajo del estudiante

2%

3

[hdl.handle.net](https://hdl.handle.net)

Fuente de Internet

1%

4

[intra.uigv.edu.pe](https://intra.uigv.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

5

[dspace.unitru.edu.pe](https://dspace.unitru.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

6

[repositorio.uncp.edu.pe](https://repositorio.uncp.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

7

[es.scribd.com](https://es.scribd.com)

Fuente de Internet

<1%

Excluir citas

Activo

Excluir bibliografía

Activo

Excluir coincidencias < 30 words