



**UMA**  
Universidad  
María Auxiliadora

**FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA  
ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

**EFFECTO ANTIBACTERIANO DEL EXTRACTO  
HIDROALCOHÓLICO DE LA RAÍZ DE *Acaulimalva  
engleriana* (Ulbr.) Krapov (ALTEA) FRENTE A LA CEPA  
DE *Staphylococcus aureus* ATCC 25923**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE QUÍMICO  
FARMACÉUTICO**

**AUTORES**

**Bach. COLQUEHUANCA QUISPE, VERÓNICA**

**Código Orcid: 0009-0000-1396-5977**

**Bach. HUAMANI CALLA, KATERIN YUDITH**

**Código Orcid: 0009-0000-5023-3003**

**ASESOR**

**Dr. RODRIGUEZ LICHTENHELDT, JOSÉ EDWIN ADALBERTO**

**Código Orcid: 0000-0003-1876-6496**

**Lima – Perú**

**2024**

## DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

Yo, Verónica Colquehuanca Quispe, con DNI N° 47151929, en mi condición de autora de la tesis/ trabajo de investigación/ trabajo académico) presentada para optar el TITULO PROFESIONAL de Químico Farmacéutico de título “**EFFECTO ANTIBACTERIANO DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE LA RAÍZ DE *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (ALTEA) FRENTE A LA CEPA DE *Staphylococcus aureus* ATCC 25923**” AUTORIZO a la Universidad María Auxiliadora (UMA) para publicar de manera indefinida en el repositorio institucional, el archivo digital que estoy entregando, en cumplimiento a la Ley N°30035 que regula el Repositorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de acceso abierto y su respectivo Reglamento. Indicar que dicho documento es ORIGINAL con un porcentaje de similitud 4% y, que se han respetado los derechos de autor en la elaboración del mismo. Además, recalcar que se está entregado la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado evaluador. Conforme a lo indicado firmo el presente documento dando conformidad a lo expuesto.

13 de febrero del 2025



**VERONICA  
COLQUEHUANCA QUISPE**

**DNI N° 47151929**



**JOSE EDWIN RODRIGUEZ  
LICHTENHELDT**

**DNI N° 10734121**

## DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

Yo, Katerin Yudith Huamaní Calla con DNI N°, en mi condición de autora de la tesis/ trabajo de investigación/ trabajo académico) presentada para optar el TITULO PROFESIONAL de Químico Farmacéutico de título “**EFFECTO ANTIBACTERIANO DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE LA RAÍZ DE *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (ALTEA) FRENTE A LA CEPA DE *Staphylococcus aureus* ATCC 25923**” AUTORIZO a la Universidad María Auxiliadora (UMA) para publicar de manera indefinida en el repositorio institucional, el archivo digital que estoy entregando, en cumplimiento a la Ley N°30035 que regula el Repositorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de acceso abierto y su respectivo Reglamento. Indicar que dicho documento es ORIGINAL con un porcentaje de similitud 4% y, que se han respetado los derechos de autor en la elaboración del mismo. Además, recalcar que se está entregado la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado evaluador. Conforme a lo indicado firmo el presente documento dando conformidad a lo expuesto.

13 de febrero del 2025



---

**KATERIN YUDITH HUAMANI  
CALLA**

**DNI N° 71500345**



---

**JOSE EDWIN RODRIGUEZ  
LICHTENHELDT**

**DNI N° 10734121**

## 4% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cá...

### Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Fuentes de Internet

### Fuentes principales

- 0%  Fuentes de Internet
- 4%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### Marcas de integridad

#### N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

## DEDICATORIA

A Dios por guiarme, protegerme y darme las fuerzas para seguir adelante a pesar de los obstáculos del camino, superándolos en su totalidad.

A mis padres Luis y María, por todo su apoyo absoluto, impulsándome a lograr todos mis objetivos propuestos con éxito.

A mis hermanos Michael, Carlos y Adriano por ser mis principales pilares para cumplir mis sueños.

A mis cuatro ángeles en el cielo que siempre me desearon lo mejor, este logro es para ellos.

Huamaní Calla, Katerin Yudith

A Dios, por derramar sobre mí sus bendiciones, dándome la fortaleza para vencer todas las dificultades.

A la Virgencita de Copacabana, por guiar mi camino en lo ámbito personal y profesional.

A mis padres Luis, María Josefa, por su amor y apoyo incondicional, sosteniéndome en cada momento de debilidad, gracias por creer en mí, son mi mayor fuente de inspiración para culminar con éxito mi crecimiento profesional.

A mi hermana Helen, por su amor infinito, consejos, apoyo y motivación constante en todas las etapas de mi vida.

Colquehuanca Quispe, Verónica

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad María Auxiliadora, Facultad de Ciencias de la Salud por formarnos con principios y valores.

A nuestro asesor Dr. José Edwin Rodríguez Lichtenheldt, por contribuir en la realización de nuestro trabajo, brindándonos su orientación.

Huamaní Calla, Katerin Yudith

Colquehuanca Quispe, Verónica

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Páginas</b>
<b>RESUMEN</b> .....	8
<b>ABSTRACT</b> .....	9
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	10
<b>II. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	16
II.1 Enfoque y diseño de la investigación.....	16
II.2 Población, muestra y muestreo .....	17
II.3 Variables de la investigación.....	18
II.4 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.....	19
II.5 Plan metodológico para la recolección de datos.....	19
II.6 Procesamiento del análisis estadístico.....	26
II.7 Aspectos éticos.....	26
<b>III. RESULTADOS</b> .....	27
<b>IV. DISCUSIÓN</b> .....	31
IV.1 Discusión de resultados.....	31
IV.2 Conclusiones.....	33
IV.3 Recomendaciones.....	34
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	35
<b>ANEXOS</b>	38
ANEXO A: Instrumentos de recolección de datos .....	38

ANEXO B: Matriz de consistencia.....	41
ANEXO C: Operacionalización de las variables.....	42
ANEXO D: Carta de aprobación de la Institución.....	43
ANEXO E: Certificado de clasificación taxonómica del extracto hidroalcohólico de la raíz de Acaulimalva engleriana (Ulbr.) Krapov (Altea).....	45
ANEXO E: Certificado de calidad de Staphylococcus aureus ATCC 25923	46
ANEXO F: Evidencias fotográficas del trabajo de campo.....	49

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Páginas</b>
<b>Tabla 1</b> Discos embebidos con extracto hidroalcohólico de la raíz de <i>Acaulimalva engleriana</i> (Ulbr.) Krapov (Altea).....	25
<b>Tabla 2</b> Prueba de Solubilidad de extracto de raíz de <i>Acaulimalva engleriana</i> (Ulbr.) Krapov (Altea).....	27
<b>Tabla 3</b> Identificación de los metabolitos secundarios presentes en el extracto de la raíz de <i>Acaulimalva engleriana</i> (Ulbr.) Krapov ..	28
<b>Tabla 4</b> Análisis antibacteriano del extracto de la raíz de <i>Acaulimalva engleriana</i> (Ulbr.) Krapov (Altea) comparado con el Ciprofloxacino.....	29

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Páginas</b>
<b>Figura 1</b> Análisis de variabilidad de Kruskal Wallis y prueba de comparaciones múltiples de Dunn de la susceptibilidad del <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923 frente al extracto	30

## RESUMEN

**Objetivo:** Determinar el efecto antibacteriano *in vitro* del extracto hidroalcohólico de raíz de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea) frente a la cepas de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.

**Materiales y métodos:** Es de enfoque cuantitativo y diseño experimental. La muestra estuvo compuesta por 5 kg de raíz de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea), proveniente del municipio de Sicuani en Cusco. Al extracto se le realizó la prueba de solubilidad, análisis fitoquímico y la evaluación antibacteriana. Se realizó análisis de varianza de Kruskal-Wallis y la prueba de comparaciones múltiples de Dunn.

**Resultado:** Se evidenció que el extracto hidroalcohólico de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea) al 20%, 40%, 80% y 100% obtuvieron halos de inhibición promedio de 11.7mm, 15.6mm, 21mm, 21.3mm respectivamente y del ciprofloxacino fue de 31mm. La susceptibilidad del *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 por el extracto hidroalcohólico fue mayor en concentraciones del 100% y 80%. La marcha fitoquímica mostro una notable presencia de alcaloides, azúcares reductores y fenoles y poca presencia de taninos.

**Conclusión:** El extracto hidroalcohólico de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea) presenta efecto antibacteriano frente a la cepa de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.

**Palabras claves:** *Acaulimalva engleriana*, efecto antibacteriano, *Staphylococcus aureus*.

## ABSTRACT

**Objective:** To determine the in vitro antibacterial effect of the hydroalcoholic extract of the *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea) root against the strains of *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.

**Materials and methods:** It have a quantitative approach and experimental design. The sample was composed of 5 kg of *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea) root, from the municipality of Sicuani in Cusco. The solubility test, phytochemical analysis and antibacterial evaluation were carried out on the extract. Kruskal-Wallis analysis of variance and Dunn multiple comparisons test were performed.

**Result:** It is evident that the hydroalcoholic extract of *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea) at 20%, 40%, 80% and 100% obtained average inhibition zones of 11.7mm, 15.6mm, 21mm, 21.3mm respectively and ciprofloxacin was 31mm. The susceptibility of *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 to the hydroalcoholic extract was greater at concentrations of 100% and 80%. The phytochemical analysis showed a notable presence of alkaloids, reducing sugars and phenols and little presence of tannins.

**Conclusion:** The hydroalcoholic extract of *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea) has an antibacterial effect against the strain of *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.

**Keywords:** *Acaulimalva engleriana*, antibacterial effect, *Staphylococcus aureus*.

## I INTRODUCCIÓN

En 1880 en el mundo se produjo una alarmante preocupación por parte de los médicos cirujanos debido a la elevada mortalidad asociada a las operaciones, ya que, el 82% de los post operados hacían septicemia, siendo una de sus principales causas la infección por *Staphylococcus aureus*, en 1928 dichos valores de mortandad pudieron ser revertidos significativamente, gracias a la aparición de la penicilina, sin embargo, luego de transcurridos doce años se comenzó a identificar las primeras cepas resistentes al antibiótico (1-3) A la fecha este patógeno continúa siendo uno de los principales causantes de infecciones intrahospitalarias, considerando que se encuentra colonizando hasta en un 80% el tracto respiratorio superior y en un 30% en la microbiota cutánea (4), hace que este patógeno sea más fácil de transmitir, pudiendo ocasionar enfermedades de alto riesgo como: endocarditis, bacteriemia, síndrome de shock toxico e infecciones de huesos y articulaciones. (2)

Son consideradas infecciones intrahospitalarias cuando se presentan en el paciente a las 48 horas de ser hospitalizado hasta tres días después de su alta, estas infecciones pueden adquirirse por contacto del personal de salud infectado, microbiota exógena o instrumentos contaminado. A nivel mundial se reportan que 1.4 millones de pacientes internados adquieren una infección, el registro anual en Europa y Estados Unidos se acerca a los dos millones, en Canadá son 220 mil casos, en países de Latinoamérica las cifras varían, Chile reporta más de 70 mil infecciones (5), Ecuador registra elevadas tasas de neumonía a causa de la ventilación mecánica en un 8.4 casos por cada 1000 pacientes, Colombia un 32% de las infecciones están asociadas a la atención de salud, en Brasil en el Hospital de Clínicas Universitarias un 7%, en Argentina la prevalencia es del 24%, de los cuales el 40% ocasiono neumonía y el 20% infecciones primarias (6-7).

Perú no escapa a esta realidad, sin embargo, los registros de infecciones hospitalarias varían del centro de salud, oscilando desde el 0% al 37.5% de casos. Asimismo, la mortalidad relacionada a estas infecciones es del 12% al 80% dependiendo de la población en estudio (8-9). Esta situación se ve agravada por el incremento de la resistencia bacteriana a los antibióticos, tal es el caso del *Staphylococcus aureus* resistente a la *meticilina* (MRSA), requiriendo en mucho de los casos el uso de antibióticos más potentes y costosos (1). En la ciudad de Lima la frecuencia de MRSA es del 43%, además, en el 75% de estos casos aislados también eran altamente resistentes a la eritromicina, gentamicina, ciprofloxacino y clindamicina (10-11). Esta problemática se ve influenciada por la utilización inadecuada de medicamentos o a la falta de tratamiento farmacológico, conllevando a mayor morbilidad, mortalidad y sobre todo cargas financieras en el sistema de salud (12). Siendo una alternativa de control de infecciones, el uso de las plantas medicinales por su inherente eficacia comprobada en combatir una amplia gama de enfermedades infecciosas (13). Tal es el caso de *Acaulimalva engleriana* (Altea) de género *Acaulimalva*, perteneciente a la familia Malvaceae, proveniente de zonas andinas del Perú, específicamente en la ciudad de Cusco, donde es considerada una planta nativa y es llamada popularmente como Altea, suele ser usada empíricamente por los pobladores por considerar que posee propiedades medicinales y como alimento para animales (14).

El problema principal de esta investigación se centra en determinar si el extracto hidroalcohólico de la raíz de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea) presenta efecto antibacteriano frente a la cepa de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. Para abordar esta cuestión, se considera relevante identificar los principales metabolitos secundarios presentes en el extracto hidroalcohólico de dicha raíz, así como evaluar las concentraciones específicas en las que este extracto muestra actividad antibacteriana in vitro frente a la mencionada cepa bacteriana. Además, se busca analizar la susceptibilidad antibacteriana de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 al

extracto hidroalcohólico en concentraciones del 20%, 40%, 80% y 100%, comparándola con la efectividad del antibiótico ciprofloxacino como referencia.

#### Efecto antibacteriano

Se considera efecto antibacteriano a la acción inhibitoria o destructiva de una sustancia frente a una bacteria considerada patógena, dicho de otra manera, es una acción que se le atribuye a un gran número de fármacos con características químicas y farmacológicas diversas, así como también a recursos vegetales que contienen metabolitos secundarios que le confieren dicha propiedad, logrando en ambos casos, la destrucción (bactericida) o el impedimento (bacteriostático) del crecimiento de las bacterias, esta última suele al ser momentáneo, se espera que la inmunogénesis brinde los elementos necesario para que el organismo controle la infección. (8-9)

#### Extracto hidroalcohólico de la raíz *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov

Es una solución que se obtiene mediante la técnica de maceración de la raíz del recurso vegetal *Acaulimalva engleriana* con la finalidad de solubilizar sus componentes y posteriormente poder identificarlos o demostrar su actividad. (15-16)

A continuación se indican los antecedentes científicos, cabe precisar que *Acaulimalva engleriana* es un recurso vegetal de uso empírico y poco estudiado, por lo cual, se están considerando recursos que pertenezcan al mismo género o familia *Malvaceae*.

Entre los antecedentes internacionales se encuentra el estudio de **El-Saber G., Tambo S., et al. (2022) (Egipto)** se plantearon conocer los perfiles bioquímicos y actividad farmacología de las hojas y flores de *Malva sylvestris*, mediante los buscadores científicos como: PubMed, Scopus y Web of Science. Obteniendo las

partes más utilizadas del recurso vegetal son las hojas y flores, conteniendo principalmente flavonoides, mucílagos, terpenoides, derivados fenólicos, cumarinas, esteroides, taninos, saponinas y alcaloides. Siendo los responsables de otorgarle propiedades farmacológicas antiinflamatorias, antimicrobianas, hepatoprotectoras, laxantes, antiproliferativas y antioxidantes (17).

**Pinta C. (2022) (Ecuador)** se planteó realizar una revisión científica sobre el uso de la especie *Malva sylvestris* (Malvaceae) por comunidades Kichwass del Ecuador. Obteniendo como resultado que el recurso vegetal, especialmente en hojas y las partes aéreas, tiene alta presencia de flavonoides, compuestos fenólicos, taninos, quinolonas y mucílagos, Dichos metabolitos le otorgan principalmente propiedades cicatrizante, laxante, antiinflamatoria, antiulcerosa, analgésica, anestésica, antibacteriana, antiviral, entre otras (18).

**Radi V., Manrique L., et al (2022) (Colombia)** Se plantearon identificar mediante una revisión científica de revistas indexadas sobre la especie *Malva sylvestris* (Malvaceae) en Barranquilla. Obteniendo que la especie Malvaceae presenta taninos, flavonoides y compuestos fenólicos, los cuales le otorgan actividad antibacteriana, cicatrizante, antiinflamatoria entre otros, teniendo el potencial para desarrollar más investigaciones asociadas a tratamientos de otras patologías(19).

Asimismo, entre los antecedentes nacionales se encuentra el estudio de **Cantaro L., Pachas J. (2023) (Lima)** buscó determinar la actividad antimicrobiana del extracto de *Malva sylvestris* “Malva” sobre bacterias uropatógenas. Obteniendo que la *Escherichia coli* fue sensible a la concentración de 100% del extracto con un halo de inhibición de 17mm y la cepa *Pseudomonas aeruginosa*, presento sensibilidad intermedia a la concentración de 100% con halo de inhibición de 14.47mm, siendo ambos resultados estadísticamente significativos. Además, tiene alto contenido de flavonoides, metabolito que le otorga poder antimicrobiano (15).

**Rodríguez M., Gamarra O., et al. (2020) (Amazonas)** dentro de sus objetivos se encuentra identificar cualitativamente los metabolitos secundarios y evaluar la

actividad antibacteriana del extracto acuoso y alcohólico *Malva silvestris* (Malvaceae). Los resultados mostraron la presencia de esteroides, flavonoides y taninos. Respecto a la actividad antibacteriana se obtuvo un promedio de diámetro de inhibición del extracto alcohólico de 33 mm y con el extracto acuoso no hubo actividad frente a *Pseudomonas aureginosa* (20).

**Baez A. Y Humpiri R. (2022) (Lima)** Busco evaluar el efecto antimicrobiano del aceite esencial de *Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng) (Malvaceae) e identificar sus metabolitos secundarios. Obtuvo que en el extracto al 100%, 75% y 50% obtuvo halos de inhibición medio de 9.02mm, 8.24mm y 7.32mm respectivamente, frente a *Staphylococcus aureus*, demostrando tener propiedades antimicrobianas, además, se detectó presencia abundante de alcaloides (16).

El objetivo principal de esta investigación es evaluar el efecto antibacteriano del extracto hidroalcohólico de la raíz de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea) frente a la cepa de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. Para alcanzar este propósito, se plantea identificar los principales metabolitos secundarios presentes en el extracto hidroalcohólico de dicha raíz, determinar la concentración en la que este extracto muestra el mayor efecto antibacteriano in vitro frente a la cepa seleccionada y analizar la susceptibilidad antibacteriana de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 ante el extracto hidroalcohólico en concentraciones del 20%, 40%, 80% y 100%, comparándola con la actividad del antibiótico ciprofloxacino como referencia estándar.

La hipótesis principal plantea que el extracto hidroalcohólico de la raíz de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea) exhibe un efecto antibacteriano frente a la cepa de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. Asimismo, se postula que este extracto contiene metabolitos secundarios responsables de su actividad antibacteriana; además, que el efecto antibacteriano mejora con el aumento de la concentración del extracto. Del mismo modo, se sugiere que la cepa de

*Staphylococcus aureus* ATCC 25923 presenta una mayor susceptibilidad al extracto hidroalcohólico en concentraciones del 20%, 40%, 80% y 100% en comparación con el antibiótico ciprofloxacino.

## II MATERIALES Y MÉTODOS

### II.1 Enfoque y diseño de la investigación

La metodología empleada es en un marco cuantitativo, ya que se realizó la recolección y posterior análisis de datos, con la finalidad de corroborar las hipótesis. Dicho análisis de los resultados giró en torno a mediciones numéricas y evaluaciones estadísticas (21).

Asimismo, el diseño empleado es de naturaleza experimental, ya que se trabajó con diferentes concentraciones del extracto hidroalcohólico de la raíz de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea) manipulándose deliberadamente para establecer una relación causa-efecto. Además es prospectiva, ya que, la recolección de la información fue una vez iniciado el estudio. Finalmente, es transversal debido a que la medición se realiza en una sola instancia (22).

### II.2 Población, muestra y muestreo

#### II.2.1 Población

La población estuvo conformada por 8 kg de raíces de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea), procedente del distrito de Sicuani, dentro de la Provincia de Canchis, ubicada en el departamento de Cuzco a una altitud de 3550 msnm, con una geolocalización precisa de 14°16'12.14" S; 71°13'53.67" W.

## II.2.2 La muestra

La muestra estuvo conformada por 5 kg de raíces de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea) que cumplan con los criterios de inclusión y exclusión.

### Criterios de Inclusión de la muestra:

- Raíces de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov libres de cualquier defecto producido por envejecimiento.
- Raíces de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov libres de contaminación o plagas.

### Criterios de exclusión de la muestra:

- Raíces de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov que no sean originarias de la localidad de Sicuani, Cusco.

El tipo de muestreo fue no probabilístico, debido a que la selección del recurso vegetal en estudio fue intencional y por conveniencia considerando en todo momento los criterios de inclusión antes señalados.

## II.3 Variables de investigación

### II.3.1 Variable independiente

Extracto hidroalcohólico de raíz de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea)

**Definición Conceptual:** Se refiere a una solución derivada de un vegetal utilizando la técnica de maceración en una solución de alcohol al 70% durante un periodo de 10 hasta 14 días, para luego ser transferida a un horno a una temperatura de 40°C logrando la concentración deseada (23)

**Definición operacional:** Es la obtención de una solución mediante la técnica de maceración, la cual consiste en sumergir la raíz de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea), previamente secadas pulverizada y pesadas, en alcohol al 70%, dejándola reposar en un frasco estéril de color ámbar durante 10 días a temperatura ambiente, realizando movimientos rotatorios diarios, para posteriormente filtrar la solución y secarla en un horno a 40°C, obteniendo posteriormente las concentraciones deseadas.

### **II.3.2 Variable dependiente**

Efecto antibacteriano

**Definición conceptual:** El acto de disminuir o restringir la expansión de bacterias a través de la introducción de una sustancia particular(20).

**Definición operacional:** Es la acción inhibitoria de la bacteria, la cual se realizó mediante el método de difusión de Kirby Bauer, el cual consiste en medir los halos de inhibición formados por los extractos frente a la cepa *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, permitiendo evaluar sus propiedades antibacterianas.

## **II.4 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos**

### **II.4.1 Técnica**

La metodología elegida para la recopilación de datos implicó utilizar el método de difusión de agar en disco de Kirby Bauer, la cual permitió evaluar la actividad antibacteriana mediante la observación de halos de inhibición(23).

### **II.4.2 Instrumento**

Se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Ficha de recopilación de datos de la prueba de solubilidad del extracto hidroalcohólico de la raíz de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea), donde el extracto fue sometido a varios disolventes, logrando identificar con cual solución es soluble (19,24).
- Se elaboró la ficha de recolección de datos de la marcha fitoquímica del extracto de la raíz de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea), con el objetivo de obtener hallazgos cualitativos de los compuestos secundarios presentes en el mismo(19,24).
- Ficha de recolección de datos de medición de halos de inhibición (mm), basada en la aplicada por Baez Alcida (24), en la cual, se registran el diámetro de halos de inhibición en milímetros (medidas con el métrico digital Vernier), de las concentraciones del extracto hidroalcohólico la raíz de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea) de cada repetición, así como también, las obtenidas en el control positivo y negativo.

## II.5 Plan metodológico para la recolección de datos

El estudio se realizó siguiendo una serie de pasos:

### a) Obtención y Selección de la muestra

La especie vegetal *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea), fue adquirida en el mes de marzo, en el distrito de Sicuani, de la Provincia de Canchis del departamento de Cusco, a una altura de 3550 metros sobre el nivel del mar, la geolocalización precisa fue 14°16'12.14" S; 71°13'53.67" W. Las plantas completas (parte aérea y raíz) recolectadas fueron envueltas cuidadosamente en papel artesanal y colocadas en una caja con agujeros en los lados, para ser transportada al Laboratorio de Control de Calidad de la Empresa de Industrias Médicas y Farmacéuticas S.R.L. donde se llevó a cabo la selección de las raíces, descartando las que mostraban signos de deterioro, descomposición, daño por el transporte, daños producidos por insectos o que mostraran evidencia de contaminación del entorno circundante. Después se realizó el lavado con agua destilada, luego fueron

trozados y llevados a ser deshidratados a temperatura ambiente, con una adecuada circulación de aire por 4 días.

#### **b) Identificación taxonómica de la Muestra**

La muestra de *Acaulimalva engleriana* fue llevada a la Universidad Nacional San Agustín de Arequipa para su identificación taxonómica. Una vez finalizado el proceso de identificación, la universidad emitió un certificado confirmando que pertenece a la especie *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov .

#### **c) Obtención del extracto hidroalcohólico**

La muestra deshidratada fue triturada en un molino hasta obtener 300 gr. los cuales se usaron en la preparación de la solución hidroalcohólica con una concentración del 70% peso/volumen (p/v), totalizando 600 mL. Se empleo un alcoholímetro para medir con precisión del contenido de alcohol. Luego, la mezcla fue transferida a una botella de vidrio ámbar de 1 litro, con una duración media de 10 días, haciendo movimientos circulares cada 12 horas, con una duración aproximada de 5 minutos (15). Después la sustancia se sometió al proceso de filtración con papel Whatman. El producto se recogió en un vaso de precipitados de vidrio de 500 ml antes de transferirlo al rotavapor a una temperatura de 40 °C facilitando la extracción del extracto hidroalcohólico con un nivel de pureza del 100% (15-16), Finalmente el producto obtenido se colocó en un frasco ámbar y se preservó en refrigeración hasta su uso.

#### **d) Prueba de solubilidad:**

La prueba de solubilidad se basó en la metodología establecida por Sánchez Edwin, para lo cual se utilizaron cinco solventes distintos, cada uno se le agrego 1 ml del respectivo solvente junto con 1 ml de la muestra. Observando visualmente los resultados, determinamos la solubilidad de la muestra (16):

- Tubo 1. Cloroformo
- Tubo 2. Etanol

- Tubo 3. Metanol
- Tubo 4. Agua destilada
- Tubo 5. N-Hexano

**e) Marcha Fitoquímica:**

Aplicando la metodología de Olga Lock, para determinar la presencia cualitativa de metabolitos secundarios del extracto hidroalcohólico mediante reacciones químicas que resulten en coloración o precipitación. Las técnicas químicas empleadas fueron las siguientes (15-16) :

- **Reacción con Dragendorff**, se agregó con cuidado 10 gotas de la solución del extracto hidroalcohólico de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea), a un tubo de ensayo. A continuación, se agregó 5 gotas de ácido clorhídrico (HCl) al 10 %, seguidas de 3 gotas de reactivo de Dragendorff. Si se forma un precipitado anaranjado, nos indica una reacción positiva por la presencia de alcaloides.
- **Reacción de Tricloruro Férrico**, Se combinó un total de 10 gotas de la solución de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea), luego se tomó un cilindro graduado y se agregó exactamente tres gotas de tricloruro férrico. El objetivo es determinar la presencia de taninos siendo positivo por una coloración azul verdosa que se produce como resultado de la reacción.
- **Reacción de Gelatina**, Se adicionó en un tubo de ensayo 10 gotas del extracto hidroalcohólico de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea) y 3 gotas de gelatina, para obtener un precipitado blanco concentrado que indique la presencia de taninos.
- **Reacción con Shinoda**, Para detectar la presencia de flavonoides se mezcló una combinación de limaduras de magnesio y HCl concentrado con

un extracto hidroalcohólico de 1 mL. Si se desarrolla un tono rosado o rojo el resultado es positivo.

- **Reacción de Ninhidrina**, En una probeta se combinó 10 gotas del extracto. A continuación, se añadió a la mezcla 3 gotas de Ninhidrina. Luego, se puso a calentar durante un período de 5 a 10 minutos. Si el color resultante es un tono púrpura indica la presencia de aminoácidos libres.

#### **f) Actividad antibacteriana:**

Para evaluar las propiedad antibacteriana del extracto hidroalcohólico derivado de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea) frente a las cepas ATCC de *Staphylococcus aureus* 25923 se empleó el método de difusión en agar siguiendo la técnica de *Kirby Bauer*. Cada dilución se sometió a cinco pruebas separadas para garantizar la precisión y la confiabilidad (16,20).

El proceso de reactivación la *cepa Staphylococcus aureus* ATCC 25923 se transfirió al medio de cultivo Mueller Hinton Agar a una temperatura de 35 °C con una duración de 2 a 8 horas, cumpliendo estrictamente los protocolos de bioseguridad descritos en el manual de bioseguridad proporcionado por el proveedor y siguiendo los protocolos de laboratorio establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS), luego se realizó la inoculación de la muestra en placas de agar que contenían manitol y sal, cabe mencionar que este medio específico tiene la capacidad de cultivar selectivamente la bacteria *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 (16,20).

Ciñéndonos a las instrucciones del fabricante, los caldos y medios de cultivo (agares) se prepararon y posteriormente se esterilizaron en autoclave a una temperatura de 121°C durante 15 minutos, para después ser transferidos cuidadosamente a placas de Petri estériles manteniéndose en condiciones estériles hasta ser necesitadas para el experimento.

Para la preparación del Caldo Peptonado, se tomaron 15 gr. del polvo y se disolvió en 1 litro de agua purificada, se calentó la mezcla hasta que alcance el punto de ebullición manteniendo en esa temperatura durante 1 minuto. Luego, transferimos la solución a recipientes adecuados. Finalmente, se esterilizaron en autoclave los envases a 121°C durante aproximadamente 15 minutos (16).

Para la preparación de Agar Mueller Hinton se incorporó 37 gramos del polvo en un litro de agua purificada, se esperó de 10 a 15 minutos a que se absorba y se aplicó calor mientras se revolvía constantemente, dejando que hierva durante un minuto hasta que se disolvió por completo. Luego se procedió a esterilizar la mezcla a una temperatura de 121°C por 15 minutos, se dejó enfriar a una temperatura de 45°-50°C para finalmente transferirla a las placas de Petri estériles, asegurándose de que la cantidad sea la adecuada para que el espesor en una superficie plana sea de aproximadamente 4 milímetros. Para platos con un diámetro de 9 centímetros, se recomienda usar 25-30 mililitros de la solución (15).

La preparación de Agar Manitol Salado, se combinó 111 gramos del polvo con 1 litro de agua purificada, se dejó reposar la mezcla durante 5 minutos, luego se aplicó calor mientras se revolvía regularmente. Se llevó la solución a ebullición durante 1 a 2 minutos para asegurar la disolución completa. Se transfirió la solución a recipientes apropiados y fueron sometidos al autoclave a una temperatura de 118-121°C durante 15 minutos. Una vez enfriado, se dividió la solución en las placas de Petri estériles (16).

La preparación del inóculo se realizó siguiendo el protocolo establecido. Como estándar, se utilizó el tubo etiquetado como 0,5 en la escala de Mc Farland. Cada colonia individual de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 se toca suavemente con un asa de inoculación estéril, luego, las células de la colonia se transfirieron a un tubo de ensayo que contenía de 3,5 a 5 ml de caldo de peptona, se ajustó la turbidez del inóculo con el caldo peptonado considerando el patrón de Mc Farland, comparando visualmente las dos suspensiones y para lograr una preparación

óptima, se realizó el proceso en un área bien iluminada, asegurándose de que los tubos sean visibles contra un fondo blanco con marcas negras distintivas. Idealmente, la suspensión que se preparó contenía alrededor de 1 a 2 x 10<sup>8</sup> CFU/mL.

Los inóculos de la cepa *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 se sembraron en placas de agar Mueller Hinton, distribuyendo uniformemente el inóculo por la superficie del medio con un hisopo estéril, el inóculo fue sembrado en tres direcciones diferentes para asegurar una distribución uniforme, es crucial evitar tanto la sobre concentración como la dilución del mismo. Después de la siembra, el medio sembrado se hace secar durante un período de 5 a 20 minutos, asegurándose de que la placa de Petri permanezca cerrada. El siguiente paso consiste en colocar los discos sobre la superficie de agar. Esto se puede hacer usando un dispensador o fórceps estériles. Para garantizar un contacto uniforme, se presionó suavemente los discos sobre el agar (16).

Para producir los discos de sensibilidad se utilizó un perforador estándar, adquiriendo discos de papel Whatman con un diámetro de 6 mm. A continuación, estos discos se esterilizaron a una temperatura de 121 °C durante 30 minutos, posteriormente se incorporó a los discos cada concentración del extracto hidroalcohólico de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea) (20%, 40%, 80% y 100%). Finalmente, los discos se colocaron sobre la superficie del medio que fue previamente inoculado con la cepa correspondiente (15,16).

**Tabla 1. Discos embebidos con extracto hidroalcohólico de la raíz de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea)**

<b>Grupo de Ensayo</b>	<b>Discos Embebidos</b>
<b>Grupo I</b>	Discos con solvente elegido
<b>Grupo II</b>	Discos con 100% de extracto
<b>Grupo III</b>	Discos con 80% de extracto
<b>Grupo IV</b>	Discos con 40% de extracto
<b>Grupo V</b>	Discos con 20% de extracto
<b>Grupo VI</b>	Discos de Ciprofloxacino 5 ug

Fuente: Elaboración propia.

Para realizar el experimento se preparó un total de 24 placas de Petri. Cada placa se llenó con agar Mueller Hinton, elegido específicamente para la cepa en estudio. A continuación, estas placas se colocaron en una incubadora a una temperatura de 37 °C durante 24 horas. Una vez finalizado el período de incubación, las placas se retiraron con cuidado de la incubadora. El siguiente paso consistió en medir los halos de crecimiento inhibido presentes en cada plato. Esto se hará utilizando una regla equipada con una escala vernier, que permite mediciones precisas en milímetros.

## **II.6 Procesamiento del análisis estadístico**

Para la realización del análisis de datos se utilizó el software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), versión actualizada. Asimismo, se aplicó el análisis de

varianza de Shapiro Wilk (usada en muestras con un tamaño  $> 50$ ) el cual arrojó un valor de 0.86626 cuyo valor  $p=0.001385 > 0.05$  por lo cual, no se ajusta a una distribución normal, igualmente, la prueba de homogeneidad de varianza arrojó un valor  $p= 0.01364 >0.05$ , es por ello que se tuvo que aplicar la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis y la prueba de comparaciones múltiples de Dunn.

## **II.7 Aspectos éticos**

En el presente proyecto de investigación, cumplió con los criterios bioéticos para especímenes vegetales cuya base es la interacción responsable entre humanos y no humanos, con la finalidad de generar armonía, interrelación y sobre mantener el equilibrio dentro de un ecosistema, donde se convive con plantas medicinales, reforzando su valor intrínseco. A demás, se cumplieron con las normas éticas estipuladas por las buenas prácticas de laboratorio y los protocolos de bioseguridad como la vestimenta de protección adecuadas durante todo momento (25).

## **III. RESULTADOS**

### **III.1 Resultados de la Prueba de Solubilidad del extracto de raíz de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea)**

**Tabla 2. Prueba de Solubilidad de extracto de raíz de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea)**

<b>Solvente</b>	<b>Resultado</b>
<b>Cloroformo</b>	-
<b>Etanol</b>	+++
<b>Metanol</b>	+++
<b>Agua destilada</b>	+
<b>N-Hexano</b>	-

**Leyenda:** (+++) Completamente soluble, (++) Moderadamente soluble, (+) poco soluble, (-) No soluble

**Fuente:** Elaboración propia.

En la Tabla 2 se aprecia que la exposición del extracto de raíz de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea) frente a diferentes solventes presenta variadas polaridades, evidenciando una reacción completamente soluble (+++) con el etanol y el metanol, poco soluble (+) con el agua destilada y no soluble con el cloroformo y N-Hexano.

### **III.2 Resultados de la marcha fitoquímica del extracto de raíz de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea)**

**Tabla 3. Identificación de los metabolitos secundarios presentes en el extracto de la raíz de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea)**

Constituyentes Químicos	Ensayo	Reacción
<b>Alcaloides</b>	Reacción de Dragendorff	+++
<b>Fenoles</b>	Reacción de Tricloruro Férrico	+++
<b>Flavonoides</b>	Reacción con Shinoda	-
<b>Taninos</b>	Reacción Gelatina	+
<b>Aminoácidos</b>	Reacción Ninhidrina	-

**LEYENDA:** (+++) Notable presencia, (++) presencia moderada, (+) poca presencia, (-) No presencia.

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 3, se observa diferentes reacciones de los ensayos utilizados para la identificación de los metabolitos secundarios, siendo notable (+++) la presencia alcaloides y fenoles, poca (+) presencia de taninos y no se evidencio (-) presencia de flavonoides y aminoácidos.

### **III.3 Resultados del Análisis antibacteriano del extracto de raíz de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea) comparado con el ciprofloxacino**

**TABLA N° 4: Análisis antibacteriano del extracto de la raíz de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea) comparado con el ciprofloxacino**

CEPA BACTERIANA	N° REPETIC.	BLANCO	CONC. 20%	CONC. 40%	CONC. 80%	CONC. 100%	CIPROFLOXACINO
S. aureus ATCC 25923	1	0	12	16	21	20	31
	2	0	11.5	15	22	20.5	31
	3	0	11.5	15.5	21	22.5	31
	4	0	12	15.5	19	22.5	31
	5	0	11.5	16	22	21	31
	<b>PROMEDIO</b>	0	11.7	15.6	21	21.3	31

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 3, se observa el efecto antibacteriano extracto hidroalcohólico de la raíz de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea) mostrando halos de inhibición promedio para las siguientes concentraciones: 20% (11.7mm), 40% (15.6mm), 80% (21mm) y 100% (21.3mm), para el antibiótico ciprofloxacino fue de 31mm y para el blanco 0mm.



## IV. DISCUSIÓN

### IV.1 Discusión de resultados

Los resultados obtenidos proporcionan pruebas sólidas del efecto antibacteriano del extracto hidroalcohólico de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea) frente a la cepa *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, obteniendo un halo de inhibición promedio para la concentración del 20% de 11.7mm, para el 40% de 15.6mm, para el 80% de 21mm y para el 100% de 21.3mm, y para el grupo de ciprofloxacino se obtuvo una medida de 31mm. Evidenciándose que existen diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes tratamientos de extracto hidroalcohólico de raíz de Altea frente a *S. aureus*, donde las concentraciones de 100% y 80% del extracto presenta un efecto antibacteriano significativo similar al Ciprofloxacino en la inhibición del crecimiento de *S. aureus* ATCC 25923. De igual modo el estudio de Rodríguez M., Gamarra O., et al. lograron determinar que el extracto alcohólico de la especie vegetal *Malva silvestris* (Malvaceae) presenta actividad antibacteriana, ya que, obtuvo un promedio de diámetro de inhibición de 33 mm frente a *Pseudomonas aeruginosa*(20). Asimismo, el estudio de Cantaro L., Pachas J. quienes demostraron la actividad antimicrobiana del extracto de *Malva sylvestris* “Malva”, donde la cepa *E. coli* fue sensible frente al extracto a una concentración del 100% con un halo de inhibición de 17mm y para la cepa *Pseudomonas aeruginosa*, presento sensibilidad intermedia frente al extracto a la concentración del 100% con un halo de inhibición de 14.47mm, siendo ambos resultados estadísticamente significativos(15). También con el estudio de Radi V., Manrique L., et al quienes obtuvieron que a nivel etnomedicinal la *Malva sylvestris* (Malvaceae) presento una Concentración Mínima Inhibitoria altos contra *S. aureus* de 21,9 mg/mL demostrando tener actividad antibacteriana(19). Estos valores probablemente se deban a que los recursos vegetales pertenecen al mismo género o familia, por lo cual deben poseer similares principios activos. Dichos resultados son consistentes, ya que, demuestran el potencial antimicrobiano de *Acaulimalva*

*engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea) y resaltan la importancia de explorarlo como agente terapéutico para infecciones bacterianas.

Se obtuvo mediante la Marcha fitoquímica que el extracto hidroalcohólico de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea) cuenta con una notable presencia de los metabolitos secundarios alcaloides, azúcares reductores y fenoles y poca presencia de taninos. Además, mediante la prueba de solubilidad se evidenció una reacción completamente soluble con el etanol y el metanol, siendo poco soluble con el agua destilada. Dichos valores son corroborados con el estudio de Baez A. Y Humpiri R. quien determinó que *Theobroma grandiflorum* (Malvaceae) presenta mejor actividad antimicrobiana a concentraciones de 100%, 75% con halos de inhibición medio de 9.02mm y 8.24mm respectivamente, frente a *Staphylococcus aureus* (16). De igual modo coincide con el estudio de Cantaro L. y Pachas J. quienes realizaron la marcha fitoquímica del extracto de *Malva sylvestris* "Malva" demostrando que tiene alto contenido de flavonoides, siendo estos metabolitos los que le otorgan poder antimicrobiano (15). Así como también, el estudio de El-Saber G., Tambo S., et al que obtuvieron que las partes más utilizadas del recurso *Malva sylvestris* son las hojas y flores, las cuales contienen alta concentración de flavonoides, mucílagos, terpenoides, derivados fenólicos, cumarinas, esteroides, taninos, saponinas y alcaloides, otorgándole la propiedad farmacológicas antimicrobiana (17). De modo similar, el estudio de Pinta C. evidenció que la especie *Malva sylvestris* (Malvaceae), tiene alta presencia de flavonoides, compuestos fenólicos, taninos, quinolonas y mucílagos, especialmente las partes aéreas de la planta, siendo estos los que le otorgan propiedades antiinflamatoria, antibacteriana, entre otras (18). Igualmente el trabajo de Rodríguez M., Gamarra O., et al. Quienes demostraron que los principales metabolitos secundarios del extracto acuoso y alcohólico *Malva sylvestris* (Malvaceae) fueron: esteroides, flavonoides y taninos, siendo estos los que le brindan efecto antibacteriano (20).

Las similitudes encontradas avalan la eficacia del extracto hidroalcohólico de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea) como agente antibacteriano frente a

*Staphylococcus aureus* ATCC 25923, ya que al contener los mismos metabolitos secundarios, serían los responsables de conferirle dicha propiedad.

Estos hallazgos tienen implicaciones importantes para el desarrollo de nuevos tratamientos antimicrobianos e indican que *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea) es una potencial fuente prometedora de compuestos bioactivos con actividad antibacteriana .

## IV.2 Conclusiones

- La marcha fitoquímica reveló que el extracto hidroalcohólico de raíz de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea) contiene notable presencia (+++) de alcaloides, azúcares reductores y fenoles, poca presencia (+) de taninos y no se evidenció presencia de flavonoides, aminoácidos y azúcares.
- El extracto hidroalcohólico de raíz de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea) presenta mayor efecto antibacteriano a concentraciones de 80% y 100%, mostrando halos de inhibición de 21mm y 21.3 mm respectivamente, demostrando una actividad dependiente de la dosis, a mayor concentración del extracto, mejor es el efecto antibacteriano frente a la cepa de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.
- La cepa de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 es susceptible a la acción del extracto hidroalcohólico de la raíz de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea), cuyas concentraciones de 20%, 40%, 80% y 100% evidenciaron halos de inhibición promedio de 11.7mm, 15.6mm, 21mm y 21.3mm respectivamente, siendo las de mayor concentración equiparables a las obtenidas con el ciprofloxacino 31mm.

- Los resultados del estudio confirmaron que el extracto hidroalcohólico de raíz de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea) presenta efecto antibacteriano frente a la cepa *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.

### IV.3 Recomendaciones

- Se recomiendan continuar con las investigaciones sobre la especie vegetal *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea), ya que a la fecha se desconoce muchas de sus propiedades, así como también se debe ahondar sobre los mecanismos de acción de los metabolitos secundarios identificados.
- Se sugiere realizar investigaciones sobre formulación y dosificación del extracto hidroalcohólico de la raíz de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea), haciendo uso de diferentes métodos de extracción y concentraciones para alcanzar la eficacia terapéutica.
- Es importante realizar estudios de toxicidad del extracto hidroalcohólicos de la raíz de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea), con la finalidad de garantizar científicamente su inocuidad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Vela R. "Efecto antimicrobiano in vitro de la mezcla de aceites esenciales de 'Oregano' y 'Romero' contra *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*" Universidad Alas Peruanas. Cajamarca, Perú: 2022.
2. Sempere J. "*Streptococcus pneumoniae* y *Staphylococcus aureus*: enfermedad invasiva, biofilm y terapia". Universidad Complutense de Madrid. España 2022.
3. Verastegui R. "Bacteriemia por *Staphylococcus aureus* en el Hospital Cayetano Heredia entre junio 2017 - diciembre 2018". Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima Perú 2019.
4. Menjivar M. "Sensibilidad del *staphylococcus aureus* adquirido en la comunidad a los antibióticos convencionalmente utilizados para el tratamiento de infecciones de la piel del Hospital Nacional de Niños Benjamin Bloom". Universidad de El Salvador. El Salvador 2019.
5. Cadillo P., Villareal E. y Cuestas J. "Contaminación bacteriana en las ligaduras de toma de muestra del servicio de laboratorio del Hospital Cayetano Heredia". Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima Perú 2019.
6. Ministerio de Salud Pública. "Subsistema de vigilancia epidemiológica para las Infecciones Asociadas a la Atención en Salud". Dirección Nacional de Vigilancia Epidemiológica. Ecuador. 2019.
7. Álvarez L. "Prevalencia y factores asociados a las infecciones asociadas a la atención en salud en pacientes ingresados en una unidad de cuidados intensivos". Universidad de Barranquilla. Colombia 2020.
8. Correa C. "Actividad antibacteriana de *Staghorn pallidum* Algarrobina frente a *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*". Universidad San Martín de Porres. Lima, Perú 2021.

9. Motta V. "Efecto antimicrobiano del extracto etanólico de onagra (lechón de sangre) contra *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*". Universidad Privada Autónoma del Sur. Arequipa, Perú 2021.
10. Cabrejos-Hirashima L., Vives-Kufof C., et al. "Frecuencia de *Staphylococcus aureus* meticilinorresistente adquirido en la comunidad en un hospital de tercer nivel en Perú" Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima Perú 2021.
11. Cortez C. y Manayalle M. "Efecto antibacteriano del extracto etanólico de diente de león (*Taxacum officinalis*) contra *Staphylococcus aureus*". Universidad Roosevelt. Huancayo, Perú 2022.
12. Aguirre C, Li M. "Resistencia antibiótica de *Staphylococcus aureus* en portadores nasales menores de 2 años en Lima" Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú 2022.
13. Maldonado C., Paniagua-Zambrana N., Bussman R., et al. "La importancia de las plantas medicinales, su taxonomía y la búsqueda de una cura para la enfermedad provocada por el coronavirus (COVID-19)" Universidad Mayor de San Andrés. Bolivia 2020.
14. Dueñas-Huanca G. "Estudio etnobotánico de plantas útiles en la comunidad campesina de Acopia, Acomayo, Cusco". Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Perú 2022.
15. Cantaro L., Pachas J. "Actividad antimicrobiana In vitro de *Malva sylvestris* (Extracto hidroalcohólico) sobre bacterias uropatógenas". Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima Perú 2024.
16. Baez A., Humpiri R. "Efecto antimicrobiano del aceite esencial de *Theobroma grandiflorum* (willd. ex spreng) k. schum (Copoazu) frente a bacterias patógenas *S. pyogenes* y *S. aureus*". Universidad María Auxiliadora. Lima Perú 2024.
17. El-Saber G., Tambo S., et al. "The phytochemical profiling, pharmacological activities, and safety of malva sylvestris: a review" Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology. Universidad de Damanshour. Egipto 2023.

18. Pinta C. “Actividad Biológica de la especie *Malva sylvestris* (Malva común)” Universidad Central del Ecuador, Quito 2022.
19. Radi V., Manrique L., et al. “Generalidades de *Malva sylvestris*, composición química y actividades biológicas. Una revisión” Universidad del Atlántico. Barranquilla, Colombia. 2022.
20. Rodríguez M., Gamarra O., et al. “Tamizaje fitoquímico y actividad antibacteriana de los extractos de seis plantas medicinales usadas en Amazonas” Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Perú 2020.
21. Muñoz C. “Cómo preparar y asesorar en la investigación de tesis” 2da edición. Pearson Educación de México; México 2011.
22. Arispe M., Yangali J., Guerrero M., et al. “Investigación Científica: Un método de estudio de posgrado” Guayaquil, Ecuador 2020.
23. Morales A., Hernández J., Valladares B., et al. “Actividad antibacteriana de un extracto hidroalcohólico de crotón frente a bacterias de importancia higiénica” Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México 2020.
24. Báez A. y Humpire R. “Efecto antimicrobiano del aceite esencial de *Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng) K. Schum (COpozu) contra las bacterias patógenas *Streptococcus pyogenes* y *Staphylococcus aureus*” Universidad María Auxiliadora. Lima-Perú 2022.
25. Vargas-Moreno K., Wilches-Flórez A. Reflexión bioética sobre especímenes vegetales: trascendencia de los intereses antropocéntricos ligados a las plantas medicinales. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia. 2022.

## V. ANEXOS

### ANEXO A: Instrumentos de recolección de datos

- a) Ficha de Prueba de solubilidad de extracto de raíz de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea) en diferentes solventes

Solvente	Resultado
Cloroformo	
Etanol	
Metanol	
Agua destilada	
N-Hexano	

**Leyenda:** (+++) Completamente soluble, (++) Moderadamente soluble, (+) poco soluble, (-) No soluble

Fuente: Elaboración propia.

b) Ficha de la Marcha fitoquímica del extracto de la raíz de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea)

Constituyentes Químicos	Ensayo	Reacción
<b>Alcaloides</b>	Reacción de Dragendorff	
<b>Azucares reductores</b>	Reacción de Fehling	
<b>Fenoles</b>	Reacción de Tricloruro Férrico	
<b>Flavonoides</b>	Reacción con Shinoda	
<b>Taninos</b>	Reacción Gelatina	
<b>Aminoácidos</b>	Reacción Ninhidrina	
<b>Azucares</b>	Reacción de Molish	

**LEYENDA:** (+++) Notable presencia, (++) presencia moderada, (+) poca presencia, (-) No presencia.

Fuente: Elaboración propia.

c) Ficha del Análisis antibacteriano del extracto de la raíz de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea) comparado con el ciprofloxacino

CEPA BACTERIANA	Nº REPETIC.	BLANCO	CONC. 20%	CONC. 40%	CONC. 80%	CONC. 100%	CIPROFLOXACINO
S. aureus ATCC 25923	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	<b>PROMEDIO</b>						

Fuente: Elaboración propia.

## ANEXO B: Matriz de consistencia

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>
¿Presentará efecto antibacteriano el extracto hidroalcohólico de la raíz de <i>Acaulimalva engleriana</i> (Ulbr.) Krapov (Altea) frente a la cepa de <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	Determinar el efecto antibacteriano del extracto hidroalcohólico de raíz de <i>Acaulimalva engleriana</i> (Ulbr.) Krapov (Altea) frente a la cepa de <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923.	El extracto hidroalcohólico de raíz de <i>Acaulimalva engleriana</i> (Ulbr.) Krapov (Altea) presenta efecto antibacteriano frente a la cepa de <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923.
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Específicas</b>
¿Cuáles son los principales metabolitos secundarios presentes en el extracto hidroalcohólico de la raíz de <i>Acaulimalva engleriana</i> (Ulbr.) Krapov (Altea)?	Identificar los principales metabolitos secundarios presentes en el extracto hidroalcohólico de la raíz de <i>Acaulimalva engleriana</i> (Ulbr.) Krapov (Altea).	El extracto hidroalcohólico de la raíz de <i>Acaulimalva engleriana</i> (Ulbr.) Krapov (Altea) posee metabolitos secundarios que le confieren la actividad antibacteriana.
¿A qué concentraciones el extracto hidroalcohólico de raíz de <i>Acaulimalva engleriana</i> (Ulbr.) Krapov (Altea) presenta efecto antibacteriano <i>in vitro</i> frente a la cepa de <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923?	Determinar a qué concentración el extracto hidroalcohólico de raíz de <i>Acaulimalva engleriana</i> (Ulbr.) Krapov (Altea) presenta mayor efecto antibacteriano <i>in vitro</i> frente a la cepa de <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923.	El extracto hidroalcohólico de raíz de <i>Acaulimalva engleriana</i> (Ulbr.) Krapov (Altea) a mayor concentración presenta mejor efecto antibacteriano frente a la cepa de <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923.
¿Cuál será la susceptibilidad antibacteriana de la cepa de <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923 frente al extracto hidroalcohólico de la raíz de <i>Acaulimalva engleriana</i> (Ulbr.) Krapov (Altea) al 20%, 40%, 80% y 100% comparado con el antibiótico ciprofloxacino?	Evaluar la susceptibilidad antibacteriana de la cepa de <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923 frente al extracto hidroalcohólico de la raíz de <i>Acaulimalva engleriana</i> (Ulbr.) Krapov (Altea) al 20%, 40%, 80% y 100% comparado con el antibiótico ciprofloxacino.	La cepa de <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923, es más susceptible al extracto hidroalcohólico de la raíz de <i>Acaulimalva engleriana</i> (Ulbr.) Krapov (Altea) a concentraciones de 20%, 40%, 80% y 100% comparado con el antibiótico ciprofloxacino.



## ANEXO D: Carta de aprobación de la Institución

INDUSTRIAS MÉDICAS Y FARMACÉUTICAS S.R.L.  
Urb. José Santos Atahualpa Mz. F lote 09 Cerro Colorado

---

**"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"**

### CARTA DE ACEPTACION

El que suscribe Sr. Wilber Carlos Benito Ichocán, Gerente General de Industrias Médicas y Farmacéuticas S.R.L.

### HACE CONSTAR

Que Colquehuanca Quispe Verónica y Huamaní Calla Katerin Yudith, bachilleres de la Escuela de Farmacia y Bioquímica han sido aceptados por nuestra institución para realizar la ejecución práctica de su trabajo de investigación "EVALUACIÓN DEL EFECTO ANTIMICROBIANO IN VITRO DEL EXTRACTO HIDROALCOHOLICO DE LA RAÍZ DE *Acaulimalva engeliana* (MALVACEAE) FRENTE A CEPAS ATCC DE *Staphylococcus aureus* ATCC 25923", en las instalaciones de control de calidad.

Arequipa 30 de Octubre del 2023



Wilber Carlos Benito Ichocán  
GERENTE GENERAL

Laboratorio de Control de Calidad

**\*AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO\***

**CONSTANCIA**

El que suscribe Sr. Wilber Carlos Benito Ichocán, Gerente General de Industrias Médicas y Farmacéuticas S.R.L. hace constar que los señores:

**Srta. Colquehuanca Quispe Verónica**

**Srta. Huamani Calla Katerin Yudith**

Bachilleres de la Escuela de Farmacia y Bioquímica, culminaron su trabajo de investigación "EVALUACIÓN DEL EFECTO ANTIMICROBIANO IN VITRO DEL EXTRACTO HIDROALCOHOLICO DE LA RAÍZ DE *Acaulimalva eugleriana* (MALVACEAE) FRENTE A CEPAS ATCC DE *Stafilococcus aureus* ATCC 25923", en las instalaciones del laboratorio Industrias Medicas y farmacéuticas, en el periodo comprendido Octubre 2023 a las fecha del 20 de octubre del 2023, cumpliendo con los horarios establecidos y los protocolos correspondientes.

Se expide la presente solicitud de los interesados para los fines que consideren por conveniente.



Wilber Carlos Benito Ichocán  
GERENTE GENERAL

## ANEXO E: Certificado de clasificación taxonómica



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE BIOLOGÍA**  
**HERBARIUM AREQVIPENSE (HUSA)**



### CONSTANCIA Nº 26-2023-HUSA

El director del *Herbarium Arequipense* (HUSA) de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

HACE CONSTAR:

Que la muestra biológica presentada por los Bachilleres Colquehuanca Quispe, Verónica y Huamani Calla, Katerin Yudith de la Facultad de Ciencias de la Salud, Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica de la Universidad María Auxiliadora, para la realización de su tesis "EFECTO ANTIBACTERIANO DEL EXTRACTO HIDROALCOHOLICO DE LA RAIZ DE *Acaulimalva engleriana* (Ulbr. ) Krapov (ALTEA) FRENTE A LA CEPA DE *Staphylococcus aureus* ATCC 25923". La muestra fue traída al Laboratorio de Botánica al estado fenológico fresco, para su determinación en el Herbarium Arequipense (HUSA) y corresponde a la siguiente especie.

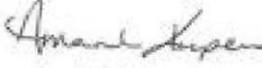
**Division** Magnoliophyta  
**Clase** Magnoliopsidae  
**Subclase** Dillenidae  
**Orden** Malvales  
**Familia** Malvaceae  
**Subfamilia** Malvoideae  
**Genero** *Acaulimalva*  
**Especie** *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.)Krapov

Se le expide la presente a solicitud del interesado

Mg. Leoncio Mariño Herrera  
DIRECTOR  
*Herbarium Arequipense* (HUSA)

Arequipa, 20 de diciembre del 2023

**ANEXO F: Certificado de calidad de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923**

	
<p><b>Scale of Analysis: Labeled Microorganism Specification and Performance Upon Release</b></p>	
<p><b>Specifications</b></p>	
<p><b>Microorganism Name:</b> <i>Staphylococcus aureus</i> subsp. <i>aureus</i></p> <p><b>Catalog Number:</b> 0380</p> <p><b>Lot Number:</b> 360-576**</p> <p><b>Reference Number:</b> ATCC® 25923™**</p> <p><b>Passage from Reference:</b> 3</p>	<p><b>Expiration Date:</b> 2024/10/31</p> <p><b>Release Information:</b></p> <p><b>Quality Control Technologist:</b> Mariah H Smith</p> <p><b>Release Date:</b> 2022/11/02</p>
<p><b>Macroscopic Features:</b></p> <p>Medium to large, convex, entire edge, both white and pale white colonies, smooth, opaque, beta hemolytic</p> <p><b>Microscopic Features:</b></p> <p>Gram positive cocci occurring singly, in pairs and in irregular clusters</p> <p><b>ID System:</b> MALDI-TOF (1)</p> <p>See attached ID System results document.</p>	<p><b>Performance</b></p> <p><b>Medium:</b></p> <p>SBAP</p> <p><b>Method:</b></p> <p>Gram Stain (1)</p> <p><b>Other Features/ Challenges: Results</b></p> <p>(1) Catalase (3% Hydrogen Peroxide): positive</p> <p>(1) Coagulase (rabbit plasma - tube): positive</p> <p>(1) Beta Lactamase (Cefinase Disk): negative</p> <p>(1) Ampicillin (10 mcg - Disk Susceptibility): 27 - 35 mm</p> <p>(1) Penicillin (10 units - Disk Susceptibility): 26 - 37 mm</p> <p>(1) Cloxacillin (1 mcg - Disk Susceptibility): 18 - 24 mm</p>
<p><b>Signature:</b></p> <p></p> <p>Amanda Kuperus Director of Quality Control AUTHORIZED SIGNATURE</p>	
<p><small>**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.</small></p> <p><small>⚠ Refer to the enclosed product insert for instructions, intended use and hazard/safety information.</small></p> <p><small>Individual products are traceable to a recognized culture collection.</small></p>	
 <p>ATCC Licensed Derivative</p>	<p>(1) The ATCC Licensed Derivative System, the ATCC Licensed Derivative word mark and the ATCC relating marks are trademarks of ATCC, Microbiologics, Inc. It is permitted to use these trademarks and to sell products derived from ATCC cultures.</p> <p>(1) These tests are accredited to ISO/IEC 17025.</p>
 <p>TESTING CERT #26035.01</p>	
<p>© 2012 Microbiologics, Inc. All Rights Reserved. 200 Cooper Avenue North Saint Cloud, MN 56303 Page 1 of 1 DOC-286</p>	



**Meaning of Score Values**

Range	Interpretation	Symbols	Color
2.00 – 3.00	High-confidence identification	(+++)	green
1.70 – 1.99	Low-confidence identification	(+)	yellow
0.00 – 1.69	No assignment, best search results	(-)	red

**Meaning of Consistency Categories (A - C)**

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

Run Creation DateTime: 2022-11-08T16:00:05.677  
 Applied MSP Library(ies): BDAL, Mycobacteria Library (best method), Filamentous Fungi Library

Sample Name	Sample ID	Organism (best match)	Score Value
G5 (+++) (A)	350-575	Staphylococcus aureus	2.45

Comments:

N/A
-----

**ANEXO G: Evidencias fotográficas del trabajo de campo**



F1: Recolección de la especie vegetal *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea)



F2: Especie vegetal *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea)



F3: Extracto hidroalcohólico de la raíz de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea)



F4: Prueba de solubilidad del extracto hidroalcohólico de la raíz de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea)



F5: Resultado de la prueba de solubilidad del extracto hidroalcohólico de la raíz de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea)

Fuente: Elaboración propia.



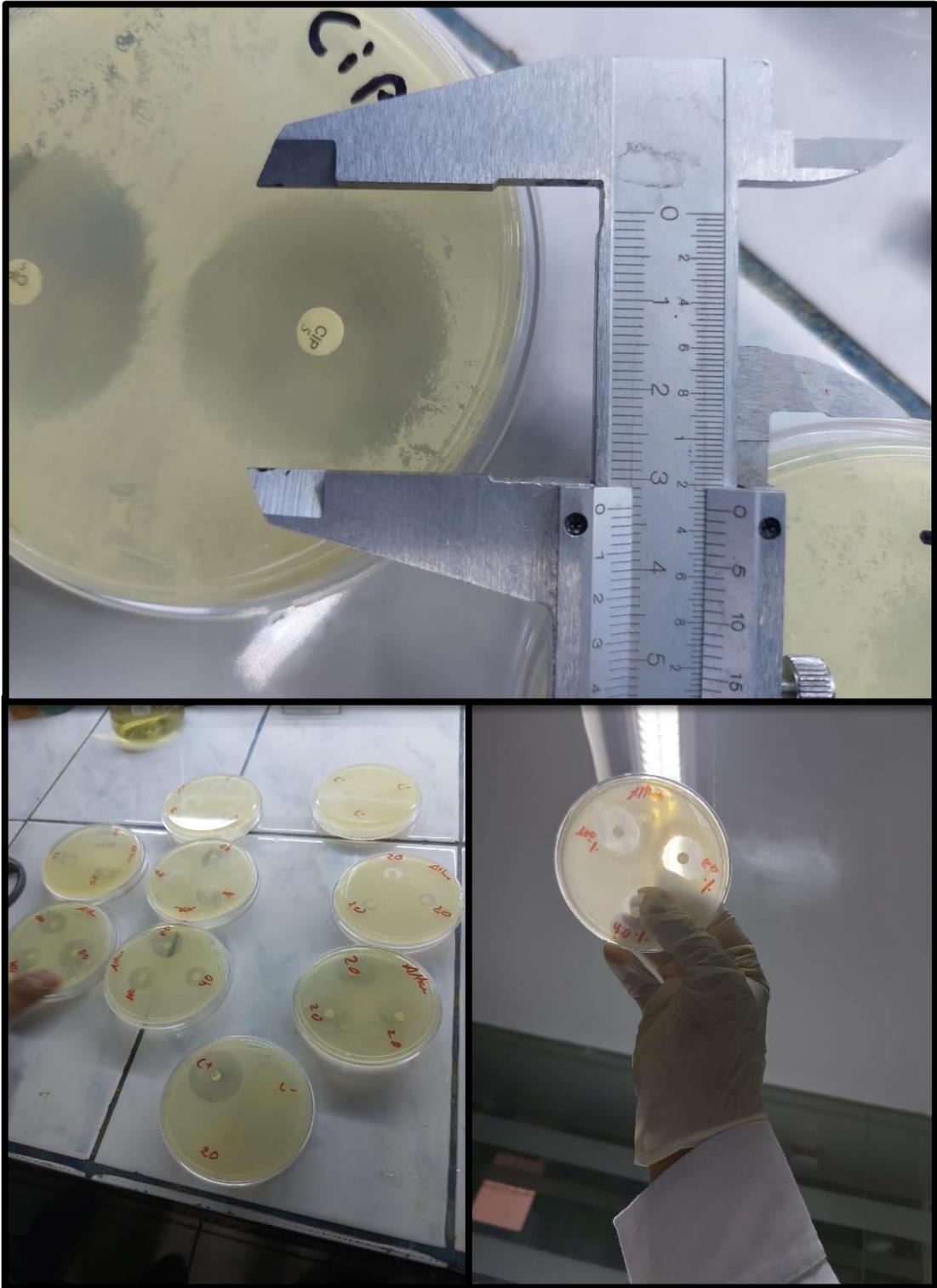
F5: Marcha fitoquímica del extracto hidroalcohólico de la raíz de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea)

Fuente: Elaboración propia.



F6: Preparación de los medios de cultivo

Fuente: Elaboración propia.



F6: Actividad antibacteriana del extracto hidroalcohólico de la raíz de *Acaulimalva engleriana* (Ulbr.) Krapov (Altea) frente a la cepa *Stafilococcus aureus* ATCC 25923

Fuente: Elaboración propia.