



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA

ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DEL EXTRACTO ACUOSO DE LA  
PULPA Y HOJA MODIFICADA DE *Aloe vera* L. (SÁBILA) FRENTE A  
*Escherichia coli* ATCC 25922

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
QUÍMICO FARMACÉUTICO

AUTORES

Bach. ALAYA TONGO, SARITA

<https://orcid.org/0009-0007-0868-5613>

Bach. HERNÁNDEZ VÁSQUEZ, MARIELA

<https://orcid.org/0009-0009-5694-6296>

ASESOR

Dr. PINEDA PÉREZ, NEUMAN MARIO

<https://orcid.org/0000-0001-6818-7797>

Lima – Perú

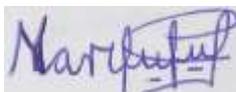
2023

## AUTORIZACIÓN Y DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

Yo, **MARIELA HERNANDEZ VASQUEZ**, con DNI **76747874**, en mi condición de autora de la tesis/ trabajo de investigación/ trabajo académico presentada para optar el Título profesional de “Químico Farmacéutico”, **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.

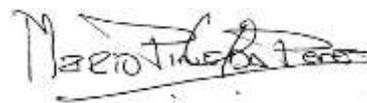
Asimismo, **DECLARO BAJO JURAMENTO**<sup>1</sup> que dicho documento es **ORIGINAL** con un porcentaje de similitud **22%** y, que se han respetado los derechos de autor en la elaboración del mismo. Además, recalcar que se está entregando la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado evaluador.

En señal de conformidad con lo autorizado y declarado, firmo el presente documento a los 5 días del mes de abril del año 2023.



**MARIELA HERNÁNDEZ VÁSQUEZ**

Firma del autor:



**DR. PINEDA PEREZ, NEUMAN**

Firma del Asesor:

1. Apellidos y Nombres
2. DNI
3. Grado o título profesional
4. Título del trabajo de Investigación
5. Porcentaje de similitud

---

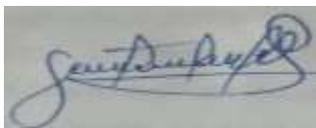
<sup>1</sup> Se emite la presente declaración en virtud de lo dispuesto en el artículo 8°, numeral 8.2, tercer párrafo, del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI, aprobado mediante Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU/CD, modificado por Resolución de Consejo Directivo N° 174- 2019-SUNEDU/CD y Resolución de Consejo Directivo N° 084-2022-SUNEDU/CD.

## AUTORIZACIÓN Y DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

Yo, **SARITA ALAYA TONGO**, con DNI: **46573636**, en mi condición de autora de la tesis/ trabajo de investigación/ trabajo académico presentada para optar el Título profesional de “Químico Farmacéutico”, **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.

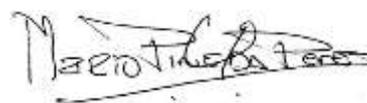
Asimismo, **DECLARO BAJO JURAMENTO**<sup>1</sup> que dicho documento es **ORIGINAL** con un porcentaje de similitud **22%** y, que se han respetado los derechos de autor en la elaboración del mismo. Además, recalcar que se está entregando la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado evaluador.

En señal de conformidad con lo autorizado y declarado, firmo el presente documento a los 5 días del mes de abril del año 2023.



**SARITA ALAYA TONGO**

Firma del autor:



**DR. PINEDA PEREZ, NEUMAN**

Firma del Asesor:

1. Apellidos y Nombres
2. DNI
3. Grado o título profesional
4. Título del trabajo de Investigación
5. Porcentaje de similitud

---

<sup>1</sup> Se emite la presente declaración en virtud de lo dispuesto en el artículo 8°, numeral 8.2, tercer párrafo, del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI, aprobado mediante Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU/CD, modificado por Resolución de Consejo Directivo N° 174- 2019-SUNEDU/CD y Resolución de Consejo Directivo N° 084-2022-SUNEDU/CD.

## INFORME DE ORIGINALIDAD-TURNITIN

Bach. ALAYA TONGO, SARITA Bach. HERNÁNDEZ VÁSQUEZ,  
MARIELA

### INFORME DE ORIGINALIDAD



### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.uma.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>19%</b>
<b>2</b>	<b>tesis.ucsm.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>cn365.com.ar</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.uroosevelt.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>www.slideshare.net</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>repositorio.upecen.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>

## DEDICATORIA

Primero, antes que nada, dar gracias a Dios por estar conmigo en cada paso que doy, por iluminar mi mente y haber puesto en mi camino a aquellas personitas muy importantes que han sido mi soporte y compañía al lograr concluir mi carrera.

Dedico esta tesis a mis amados padres Vicente y Amalia, a mis hermanos, mis tíos y a mis abuelitos que partieron al cielo domingo y dorita porque ellos han dado razón a mi vida, por sus consejos y apoyo incondicional.

A mis amigos y compañeros que de una u otra manera han contribuido para el logro de mis objetivos.

*Sarita Alaya Tongo*

Dedico este proyecto de tesis principalmente a dios por haberme dado la vida.

A mis padres: Andrés Hernández Hernández y Marlene Vásquez Tapia que han sido la existencia de mi vida para superarme y seguir adelante va dedicado con mucho amor y mucho cariño ya que ellos fueron los que me apoyaron de una manera muy incondicional, siempre estuvieron a mi lado brindándome todo su apoyo y dándome aliento para seguir y culminar mi profesión. gracias a ustedes soy lo que soy ahora los amo con toda mi vida.

A mis docentes por sus enseñanzas que me brindaron día a día durante el trascurso de la profesión y así lograr ser una profesional y seguir siempre adelante.

*Mariela Hernández Vásquez*

## **AGRADECIMIENTO**

Al padre celestial por estar conmigo ayudando a aprender de mis errores y a superarme, también por guiarme por el sendero correcto.

A la universidad que nos brindó la oportunidad de formarnos como profesionales.

A nuestros maestros y compañeros por expandir los conocimientos adquiridos en el día a día.

***Las autoras***

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	2
AGRADECIMIENTO .....	3
RESUMEN.....	7
ABSTRACT .....	8
I. INTRODUCCIÓN.....	8
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
II.1. Enfoque y diseño de la investigación .....	13
II.2. Población, muestra y muestreo.....	13
II.3. Variables de investigación.....	13
II.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos .....	14
II.5. Plan metodológico para la recolección de datos.....	14
II.6. Procesamiento de los análisis estadísticos.....	16
II.7. Aspectos éticos .....	16
III. RESULTADOS .....	17
IV. DISCUSIÓN .....	24
IV.1. Discusión de Resultados .....	24
IV.1. CONCLUSIONES.....	27
IV.2. RECOMENDACIONES .....	28
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	29
ANEXOS.....	32
ANEXO A: Instrumento de recolección de datos .....	33
ANEXO B: Matriz de consistencia.....	34
ANEXO C: Operacionalización de las variables .....	35
ANEXO D: Constancia de identificación taxonómica.....	36
ANEXO E: Certificado de análisis de la cepa .....	37
ANEXO F: Evidencias del trabajo de campo .....	39

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Solubilidad de los extractos acuosos de la hoja modificada y pulpa de <i>Aloe vera</i> (SÁBILA) frente a diferentes solventes	17
Tabla 2. Metabolitos secundarios presentes en el extracto acuoso de la hoja modificada y pulpa de <i>Aloe vera</i> (SÁBILA)	18
Tabla 3. Actividad antibacteriana in vitro del extracto acuoso al 100% y 50% de la hoja modificada y pulpa de <i>Aloe vera</i> (SÁBILA) frente a <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	19
Tabla 4. Análisis de la Varianza (ANOVA) de los datos recolectados	21
Tabla 5. Análisis por sub grupos homogéneos mediante la prueba de Tukey	22
Tabla 6. Sensibilidad de <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922 frente a la actividad antibacteriana del extracto acuoso de la hoja modificada y pulpa de <i>Aloe vera</i> (SÁBILA) y grupos control	22

## ÍNDICES DE FIGURAS

Figura 1.Recolección de la muestra	39
Figura 2. Selección y desinfección de la planta	40
Figura 3. Preparación de la muestra:	41
Figura 4. Obtención del macerado de la pulpa de la sábila	42
Figura 5. Secado de las hojas modificadas:	43
Figura 6. Obtención del macerado de la hoja modificada de la sábila	44
Figura 7. Filtrado de los macerados	45
Figura 8. Preparación de los extractos	46
Figura 9. Activación de la cepa y preparación del inóculo de trabajo	47
Figura 10. Sembrado en placa	47
Figura 11. Preparación de pocitos en placas	48
Figura 12. Aplicación de los extractos	48
Figura 13. Incubación de placas	49
Figura 14. Medición de los halos de inhibición	49

## RESUMEN

**Objetivo:** Demostrar la actividad antibacteriana del extracto acuoso de la hoja modificada y pulpa *Aloe vera* L. (SÁBILA) frente a *Escherichia coli* ATCC 25922

**Método:** Cuantitativo, de corte transversal, prospectivo, diseño experimental, la población de estudio fue de 15 kg. de *Aloe vera* L., la muestra de 3 kg. de la hoja modificada y la pulpa de la planta, la técnica fue la observación y el instrumento la ficha de recolección de datos, el análisis estadístico de los datos se realizó con una significancia del 0.05.

**Resultados:** La hoja de *Aloe vera* fue soluble (+++) en agua destilada y medianamente soluble (++) en etanol; la pulpa de *Aloe vera* fue soluble (+++) en agua destilada, medianamente soluble (++) en etanol y metanol; los metabolitos secundarios presentes en el extracto acuoso de la hoja y pulpa de *Aloe vera* fueron los mucílagos (++) y la saponina (+++); el extracto de la hoja de *Aloe vera* obtuvo halos de inhibición de  $11,87 \pm 0,43\text{mm}$  y de  $8,64 \pm 0,37\text{mm}$  para el 100% y 50% respectivamente, el ciprofloxacino presentó mayor actividad antibacteriana.

**Conclusión:** *Aloe vera* presenta actividad antibacteriana frente a *Escherichia coli* ATCC 25922

**Palabras clave:** Aloe vera, Sábila, *Escherichia coli*, antibacteriana.

## ABSTRACT

**Objective:** To demonstrate the antibacterial activity of the aqueous extract of the modified leaf and pulp of *Aloe vera* L. (SÁBILA) against *Escherichia coli* ATCC 25922.

**Method:** Quantitative, cross-sectional, prospective, experimental design, the study population was 15 kg. of *Aloe vera* L., the sample of 3 kg. of the modified leaf and the pulp of the plant, the technique was the observation and the instrument the data collection form, the statistical analysis of the data was carried out with a significance of 0.05.

**Results:** The *Aloe vera* leaf was soluble (+++) in distilled water and moderately soluble (++) in ethanol; *Aloe vera* pulp was soluble (+++) in distilled water, moderately soluble (++) in ethanol and methanol; the secondary metabolites present in the aqueous extract of the *Aloe vera* leaf and pulp were mucilage (++) and saponin (+++); the *Aloe vera* leaf extract obtained inhibition halos of  $11.87 \pm 0.43$ mm and  $8.64 \pm 0.37$ mm for 100% and 50% respectively, ciprofloxacin presented greater antibacterial activity.

**Conclusion:** *Aloe vera* has antibacterial activity against *Escherichia coli* ATCC 25922

**Keywords:** *Aloe vera*, Aloe Vera, *Escherichia coli*, antibacterial.

## I. INTRODUCCIÓN

Las enfermedades infecciosas en el hombre siguen representando para el mundo una de las amenazas muy importantes y frecuentes en la salud; son producidas por microorganismos patógenos, como por ejemplo las bacterias. Entre estas cepas bacterianas una de gran interés por su patogenicidad es *Escherichia coli*, la cual es considerada como responsable principal de infecciones transmitidas por alimentos y de infecciones urinarias. Los síntomas que se asocian a estas infecciones son: diarrea, náuseas, emesis, dolor abdominal, fiebre y falta de apetito. Si bien es cierto muchas personas recuperan su salud después de estas infecciones, pero existen casos en que la recuperación no siempre es favorable y podría terminar en la muerte.<sup>2</sup>

El mundo está siempre alerta al comportamiento patógeno de los microorganismos, es por ello que en el 2018 el organismo a nivel Mundial de Vigilancia Sanitaria realizó un análisis en veintidós países incluyendo los de economía alta y baja, incluye encontrando alta resistencia a diferentes bacterias incluyendo *Escherichia coli*. Así mismo, en Europa, distintos institutos de investigación alertaron sobre el incremento de la resistencia bacteriana sobre todo en Gram(-) hacia los medicamentos de primera elección incluso hacia los medicamentos de reserva como los Carbapenemos, debido a ello, la Comisión Europea con el propósito de evitar una mayor resistencia bacteriana ha iniciado a invertir grandes cantidades de dinero en investigación en nuevos medicamentos para combatir el problema de la resistencia bacteriana.<sup>3</sup>

En el Perú los microorganismos resistentes van en aumento y esto se sigue incrementando debido al mal uso que se les da a los antibióticos debido a la problemática de automedicación lo que complica la problemática de salud e incrementa los costos por tratamiento. Uno de los ejemplos claros sobre resistencia bacteriana se dio en el Hospital Belén; ubicado en el departamento de Lambayeque; realizó una evaluación en sus pacientes sobre la prevalencia de *Staphylococcus aureus* y *Staphylococcus pneumoniae*, encontrándose en muestras de fluido nasales este patógeno, las personas analizadas presentaron en 20% de casos por *Staphylococcus aureus* y 92.86% presentaba *Staphylococcus pneumoniae*, asimismo estas dos cepas patógenas presentaron una resistencia del 84.6% a Penicilinas, Eritromicina, Clindamicina

y a Rifampicina<sup>4,5</sup>.

En este contexto se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál será la actividad antibacteriana del extracto acuoso de la hoja modificada y pulpa de *Aloe vera* (SÁBILA) frente a *Escherichia coli* ATCC 25922?.

Con respecto al marco teórico, *Aloe vera*, conocido de manera coloquial como sábila, es una planta de la familia *Xanthorrhoeaceae*, que se encuentra en las regiones tropicales y se ha utilizado durante mucho tiempo en varias partes del mundo con fines medicinales y cosméticos. Esta planta se ha utilizado desde sus inicios con una gran finalidad terapéutica, debido a las propiedades antibacterianas de las sustancias activas encontradas tanto en el gel como en la hoja modificada. La planta presenta bordes con dientes espinosos triangulares cortos y espaciados. Sus hojas están estratificadas en dos partes principales, una externa donde se destaca la corteza verde formada por la epidermis, el parénquima clorofílico y los haces vasculares, y otra que en el interior presenta un tejido mucilaginoso e incoloro, denominado pulpa o gel foliar<sup>6</sup>.

La bacteria *Escherichia coli* es gramnegativa, de forma alargada, prefiere un medio sin oxígeno, perteneciente a la gran familia Enterobacteriaceae, grupo de familias más extensa de las bacterias gramnegativas clínicamente importantes; representa el 80% o más de todas las bacterias gramnegativas aisladas en la rutina microbiológica. *Escherichia coli* es un microorganismo que se puede encontrar en todas partes, tanto en el suelo, el agua, en los animales, como carne y huevos. Su ecología es variable, así como su potencial patógeno para humanos y animales<sup>7</sup>.

Los antecedentes internacionales citados para este estudio son:

Cruz T. et al (2021), mediante su investigación estudiaron la especie vegetal *Aloe vera* en combinación con aceites de otras especies vegetales y lo aplicaron sobre la mucosa oral para combatir la placa bacteriana en comparación con la clorhexidina al 0,12%. Luego del análisis empleando del método de concentración mínima inhibitoria se pudo determinar que esta combinación logró disminuir hasta un 70% la formación de placa bacteriana, así mismo, se determinó que disminuye la gingivitis, considerando que la formulación es efectiva contra las enfermedades orales<sup>1</sup>.

Galiana M. et al (2019), determinaron la eficacia de las pastas con un pH alcalino y mezclado con Aloe vera frente a *Enterococcus faecalis*. Los resultados revelaron que las formulaciones cuya base fue el Aloe vera al 100% y 80% presentaron una mejor eficacia antibacteriana<sup>8</sup>.

Haque S. et al (2019), determinaron el efecto antibacteriano del extracto etanólico de una formulación en gel a base de la hoja de *Aloe vera* contra cepas estándar de *S. aureus*, *P. aeruginosa*, *E. coli* y *K. pneumoniae*. Para *S. aureus*, las zonas de inhibición 12, 13, 16 y 20 mm a 200, 300, 400 y 500 µg/ml respectivamente; para *P. aeruginosa* fueron 12, 14 y 17 mm a 300, 400 y 500 µg/ml respectivamente; para *E. coli* fueron 12, 15 y 18 mm a 300, 400 y 500 µg/ml respectivamente; para *K. pneumoniae*, fueron 11, 13 y 17 mm a 300, 400 y 500 µg/ml respectivamente. Se concluye que el extracto etanólico del gel de hoja de Aloe vera posee un efecto antibacteriano contra los patógenos de prueba<sup>9</sup>.

Por su parte, los antecedentes nacionales se mencionan a:

Díaz C. (2021), en su investigación evaluó el efecto antibacteriano del *Aloe vera* (sábila) en una formulación farmacéutica de colutorio frente a *Streptococcus mutans* ATCC25175 mediante un estudio experimental, transversal, el efecto antibacteriano a las concentraciones del 25% y 50% se evaluó por medio de la técnica de Kirby Bauer. Los resultados obtenidos en el estudio con respecto al tamaño de los halos de inhibición formados fueron de 5,23mm para 25% y 8,80mm para 50%, demostrando de esta manera que el *Aloe vera* (sábila) en colutorio presenta efecto antibacteriano contra *Streptococcus mutans* ATCC25175<sup>10</sup>.

Azabache H. (2020), en su investigación determino la actividad antibacteriana contra *Escherichia coli* uropatógena el extracto etanólico de *Aloe vera* (sábila), así mismo, lo compararon contra un antibiótico comercial de reconocida acción antibacteriana, la amikacina. La metodología empleada para la elaboración del extracto fue por maceración en un medio alcohólico de 96°, seguidamente se obtuvieron concentraciones del 50%, 75% y 100%. Se pudo observar en las placas Petry que la *Escherichia coli* uropatogena mencionada es sensible en las concentraciones de 50% (21.5mm), al 75% (22.1mm) y al 100% (24.2mm) del

extracto etanólico de *Aloe vera*<sup>11</sup>.

Pacherre M. (2018), en su investigación comparó la actividad antibacteriana de la Oxacilina frente a la formulación de *Aloe vera* (sábila) en gel, las que fueron expuestas a cepas de *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, los que fueron evaluados mediante la técnica de Kirby Bauer. Los resultados del estudio demostraron que la formulación en gel de *Aloe vera* (sábila) formó una zona de inhibición con halo promedio de 13mm (100%), el cual presente menor actividad antibacteriana contra *Staphylococcus aureus* ATCC 29213 que la oxacilina que mostró una zona de inhibición con halo promedio de 30.2mm<sup>12</sup>.

Del mismo modo se formuló el objetivo general:

Demostrar la actividad antibacteriana del extracto acuoso de la hoja modificada y pulpa *Aloe vera* L. (SÁBILA) frente a *Escherichia coli* ATCC 25922 y los objetivos específicos se plantearon de la siguiente manera:

De la misma manera, la hipótesis planteada del estudio fue la siguiente:

Los extractos acuosos de la hoja modificada y pulpa de *Aloe vera* L. (SÁBILA) presentan actividad antibacteriana frente a *Escherichia coli* 25922, del cual se plantean las siguientes hipótesis alternativas específicas:

La justificación de la investigación está sustentada en el problema del incremento de la resistencia bacteriana, especialmente en cepas que ocasionan infecciones intestinales comunes, llegando a ser un problema sanitario en las personas. Se espera, por medio de este estudio que la hoja modificada y pulpa de *Aloe vera* (sábila) elaboradas en un extracto acuoso, presenten actividad antibacteriana *in vitro*, frente a cepas de *Escherichia coli* y de esta manera sirva la presente en beneficio de la comunidad por ser una especie vegetal económica, de fácil acceso y natural que puede brindar un tratamiento a este tipo de infecciones y reducir los índices de enfermedades y resistencia bacteriana.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

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

**Cuantitativo:** Porque los datos recolectados se representaron mediante datos numéricos los que fueron analizados mediante análisis estadístico para lograr determinar la hipótesis del estudio.

**Transversal:** Porque, el proceso de recolección de la información de los datos se realizó en un determinado periodo de tiempo.

**Prospectivo:** Porque, el estudio obtuvo los resultados luego de formulado el trabajo de investigación, en un tiempo futuro.

**Experimental:** Porque, las variables del estudio fueron modificadas o alteradas en su naturaleza con el objetivo de realizar un estímulo sobre una de ellas y demostrar su influencia en la otra variable<sup>13,14</sup>.

### II.2. Población, muestra y muestreo

**Población:** Estuvo conformada por 15 kilogramos de *Aloe vera* L. (sábila) las cuales fueron obtenidas en un terreno de cultivo correspondiente al centro poblado de Mocupe, distrito de Lagunas, provincia de Chiclayo del departamento de Lambayeque, ubicado a 9,9831° de latitud Sur y 79,6367° de longitud Oeste, a una altura de 55,8 msnm.

**Muestra:** Estuvo representada por 3 kilogramos de la pulpa y 3 kilogramos de la hoja modificada de la especie vegetal *Aloe vera* L. (sábila), previa selección de las partes útiles más representativas<sup>15</sup>.

**Muestreo:** Correspondió al muestreo no probabilístico, debido a que se emplearon condiciones favorables al investigador en la recolección<sup>16</sup>.

### II.3. Variables de investigación

**Variable independiente:** Extracto acuoso de la pulpa y hoja modificada de *aloe vera* L. (sábila). Producto obtenido del proceso de maceración de la muestra vegetal con solventes (agua).

**Variable dependiente:** Actividad antibacteriana frente a *Escherichia coli* ATCC 25922, *In vitro*. Acción de disminuir o evitar el crecimiento de las bacterias.

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

**Técnicas:** La técnica que se usó es la observación a través de un procedimiento de laboratorio.

**Instrumento:** Ficha de recolección de datos Microbiológica, a través, de este instrumento se plasmó la información referida al tamaño en milímetros (mm) de los halos inhibitorios formados por el extracto acuoso de la pulpa y hoja modificada de *Aloe vera* L. (sábila) en concentraciones distintas, los cuales fueron comparados con los halos del control negativo (agua destilada) y control positivo (ciprofloxacina).

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

### II.5.1 Elaboración del extracto acuoso de la pulpa y hoja modificada de *Aloe vera* L (sábila)

Las pulpas de las hojas de *Aloe vera* L. (sábila) se llevaron a una licuadora y agregó agua destilada hasta cubrir la muestra, luego el licuado fue colocado en maceración en un frasco ámbar con capacidad para 4 litros por un periodo de 10 días, cada 12 horas se mezcló el contenido para uniformizar la mezcla y lograr que el solvente absorba los principios de manera uniforme.

La hoja modificada de *Aloe vera* L. (sábila) luego de ser lavadas se secaron sobre papel kraft a temperatura ambiente bajo sombra, por un periodo de 48 horas, luego fueron llevados a estufa para su deshidratación completa y posteriormente fueron pulverizadas con un molinillo de cuchillas hasta obtener un pulverizado total, el que fue colocado en un frasco ámbar de 2.5 Lt de capacidad, luego se agregó 1 litro de agua destilada y dejó en maceración por 10 días.

Ambos macerados el de la pulpa y hoja modificada pasaron a un proceso de filtrado y luego fueron evaporados en una estufa a 55°C hasta obtener el extracto el que fue reconstituido con agua destilada considerando las concentraciones de 100mg/ml (100%) y 50mg/ml (50%) para luego evaluar su actividad antibacteriana contra *Escherichia coli*.

## II.5.2 Actividad antibacteriana

Para determinar la actividad antibacteriana la cepa *Escherichia coli* ATCC 2592, la que fue obtenida del laboratorio Microbiologics. La cepa fue activada por disolución y sembrada en placa con medio de agar MacConkey selectivo para bacterias Gram negativas entéricas a 37°C por 24 a 48 horas hasta que se formen las colonias de la cepa.

Para la preparación del Agar MacConkey, se pesó 49.53 gramos y se disolvió en 1000ml de agua destilada con agitación constante y con ayuda del calor, después fue llevado a esterilización por 15 minutos en el equipo de autoclave bajo las condiciones de presión de 15 libras y 121°C, paso siguiente, se dejó enfriar hasta una temperatura aproximada de 50°C y se colocó en las placas Petri, este proceso se realizó en la cabina de bioseguridad microbiológica, que presentó condiciones estériles necesarias.

Después de haberse formando las colonias de *E. coli* en las placas con agar MacConkey, se procedió a preparar el inóculo bacteriano; por lo tanto, con un hisopo estéril de microbiología se tomó una muestra de las colonias y luego se introdujo en un tubo con agua estéril, se realizaron varias diluciones hasta alcanzar las especificaciones propuestas por a la escala de MacFarland.

A partir del inóculo se sembró *Escherichia coli* en 15 placas Petri, utilizando la técnica de Kirby-Bauer en pozo, por lo que se utilizó un sacabocado de 6mm de diámetro para realizar los pocitos dentro de cada placa y se agregó en cada pocito 30µl del extracto acuoso de la pulpa y hoja modificada del Aloe vera (sábila) en las concentraciones de 50% y 100%. Todas las placas fueron llevadas a la incubadora por 24 horas a 37°C, transcurrido este tiempo se observó la formación de los halos de inhibición alrededor de cada pocito inoculado con el extracto.

Para el control positivo y negativo se utilizó 15 placas Petri, cada una con dos pocitos inoculados con 30µl ciprofloxacino (100mg/ml) y de agua destilada.

La recolección de los datos se tomó de la medida realizada por el equipo vernier digital, con el cual se midió los halos inhibitorios en milímetros(mm) formados alrededor del pozo, estos datos quedaron anotados en la ficha recolectora de datos para el análisis microbiológico.

La medida del halo de inhibición estuvo relacionado de forma directa a la actividad antibacteriana del extracto acuoso de sábila.

## **II.6. Procesamiento de los análisis estadísticos**

Los datos recogidos y consignados en la ficha de recolección de datos fueron procesados en software estadístico llamado SPSS versión 26, este programa analizó los datos recolectados y obtuvo una estadística descriptiva de ellos, además se realizaron las pruebas necesarias para determinar la distribución normal y homogeneidad de varianzas de los grupos de datos, finalmente se usó las pruebas de ANOVA y Tukey con un alfa de significancia de 0.05 para contrastar la hipótesis de estudio.

## **II.7. Aspectos éticos**

El presente estudio se elaboró respetando los aspectos éticos y normativos establecidos por la universidad, así mismo, los investigadores se responsabilizan por el contenido y originalidad de la información brindada, por lo cual el estudio fue sometido a evaluación de similitud o plagio que las políticas de la universidad exige; del mismo modo, el contenido que presente la investigación es de entera responsabilidad de los autores, sometiéndonos al comité de ética de la universidad en caso de incumplir alguna norma.

### III. RESULTADOS

**Tabla 1. Solubilidad de los extractos acuosos de la hoja modificada y pulpa de *Aloe vera* (SÁBILA) frente a diferentes solventes**

Solvente	Solubilidad del <i>Aloe vera</i>	
	Hoja modificada	Pulpa
Agua destilada	+++	+++
Acetona	-	-
Cloroformo	-	-
Hexano	-	-
Etanol	++	++
Alcohol ter-butílico	+	+
Metanol	+	++
Dimetilsulfóxido	-	+

**Fuente: Elaboración propia**

**Leyenda:**

+++	Soluble
++	Medianamente soluble
+	Débilmente soluble
-	Insoluble

Tabla 1, se muestra la solubilidad obtenida al exponer los extractos acuosos de la hoja modificada y pulpa de *Aloe vera* (SÁBILA) frente a diferentes solventes los cuales presentan características polares (agua, etanol metanol); medianamente polares (alcohol ter-butílico, dimetil sulfóxido, acetona) y no polares (cloroformo y hexano); en tal sentido, se observó que el extracto acuoso de la hoja modificada de *Aloe vera* (SÁBILA) fue soluble (+++) en agua destilada, medianamente soluble (++) en etanol; débilmente soluble (+) en alcohol terbutílico y metanol; con respecto al pulpa de *Aloe vera* (SÁBILA) fue soluble (+++) en agua destilada, medianamente soluble (++) en etanol y metanol; débilmente soluble (+) en alcohol terbutílico y metanol.

**Tabla 2. Metabolitos secundarios presentes en el extracto acuoso de la hoja modificada y pulpa de *Aloe vera* (SÁBILA)**

Metabolitos Secundarios	Reactivos	Resultado	
		Hoja modificada	Pulpa
Alcaloides	Dragendorff		
Quinonas	Borntrager		
Compuestos fenólicos	FeCl <sub>3</sub>		
Taninos			
Mucílagos	-	+	++
Flavonoides	Antocianidina		
<u>Triterpenos</u> / Esteroides	Liebermann Burchard		
Quinononas	Borntrange		
Aminoácidos	Ninhidrina		
Aceite y grasas	Sudan III		
Aminoácidos azufrados	Acetato de plomo		
Saponinas	Espuma	++	+++

**Fuente: Elaboración propia**

**Leyenda:**

Ausente (-)  
 Escaso (+)  
 Leve (++)  
 Moderado (+++)  
 Abundante (++++)

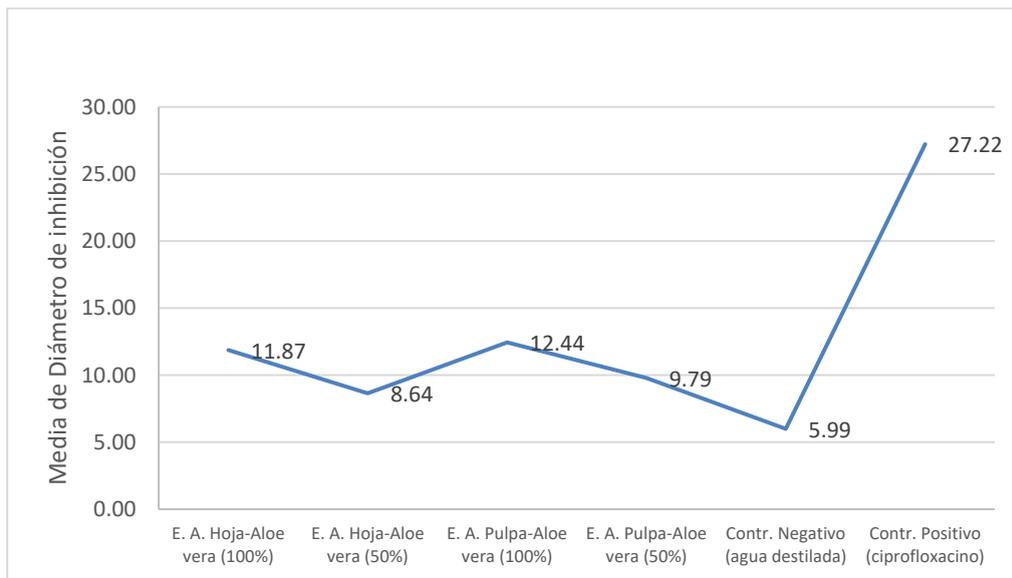
Tabla 2, se muestra el resultado los metabolitos secundarios presentes en el extracto acuoso de la hoja modificada y pulpa de *Aloe vera* (SÁBILA) obtenidos mediante la marcha fitoquímica realizada, en el cual se puede observar ambas partes de la planta presentan mucílagos, en cantidad escasa y leve; y saponinas en cantidad leve a moderada.

**Tabla 3. Actividad antibacteriana in vitro del extracto acuoso al 100% y 50% de la hoja modificada y pulpa de *Aloe vera* (SÁBILA) frente a *Escherichia coli* ATCC 25922**

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
E. A. Hoja-Aloe vera (100%)	15	11,87	0,43	0,11	11,63	12,10	11,28	12,64
E. A. Hoja-Aloe vera (50%)	15	8,64	0,37	0,09	8,44	8,85	8,18	9,55
E. A. Pulpa-Aloe vera (100%)	15	12,44	0,36	0,09	12,24	12,63	11,92	13,14
E. A. Pulpa-Aloe vera (50%)	15	9,79	0,41	0,11	9,56	10,01	9,20	10,58
Contr. Negativo (agua destilada)	15	5,99	0,35	0,09	5,80	6,19	5,35	6,65
Contr. Positivo (ciprofloxacino)	15	27,22	0,33	0,08	27,04	27,40	26,75	27,80

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3, se muestra la actividad antibacteriana in vitro del extracto acuoso al 100% y 50% de la hoja modificada y pulpa de *Aloe vera* (SÁBILA) frente a *Escherichia coli* ATCC 25922 realizada mediante la medición de los halos de inhibición formados por cada grupo, en tal sentido, se observa que el extracto al 100% y 50% de la hoja modificada de *Aloe vera* (SÁBILA) obtuvo halos de inhibición de  $11,87 \pm 0,43$ mm y de  $8,64 \pm 0,37$ mm respectivamente; en cuanto al extracto al 100% y 50% de la pulpa de *Aloe vera* (SÁBILA) obtuvo halos de inhibición de  $12,44 \pm 0,36$ mm y de  $9,79 \pm 0,41$ mm respectivamente; por su parte, los grupos control mostraron halos de inhibición de  $5,99 \pm 0,35$ mm para el control negativo (agua destilada) y ciprofloxacino (control positivo) de  $27,22 \pm 0,33$ mm.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 1. Actividad antibacteriana in vitro del extracto acuoso al 100% y 50% de la hoja modificada y pulpa de *Aloe vera* (SÁBILA) frente a *Escherichia coli* ATCC 25922**

Figura 1, muestra la Actividad antibacteriana in vitro del extracto acuoso al 100% y 50% de la hoja modificada y pulpa de *Aloe vera* (SÁBILA) frente a *Escherichia coli* ATCC 25922 en función del valor promedio de los halos de inhibición obtenidos, se observa una clara diferencia en entre los valores promedio de los halos de inhibición de los extractos y el grupo control negativo, así mismo, se muestra una actividad creciente en función de la concentración de los extractos, por otro lado, existe un aparente actividad antibacteriana superior frente a *Escherichia coli* en el extracto de la pulpa de *Aloe vera* comparada con el extracto de la hoja modificada, el control positivo (ciprofloxacino) presentó una actividad antibacteriana superior a todos los grupos frente a *Escherichia coli*.

## Actividad antibacteriana comparada del extracto acuoso de la hoja modificada y pulpa de *Aloe vera* (SÁBILA) con ciprofloxacino sobre *Escherichia coli* ATCC 25922

### Hipótesis de contrastación

H<sub>0</sub>: El extracto acuoso de la hoja modificada y pulpa de *Aloe vera* (SÁBILA) no presenta mayor actividad antibacteriana que el ciprofloxacino sobre *Escherichia coli* ATCC 25922

H<sub>1</sub>: El extracto acuoso de la hoja modificada y pulpa de *Aloe vera* (SÁBILA) presenta mayor actividad antibacteriana que el ciprofloxacino sobre *Escherichia coli* ATCC 25922

**Tabla 4. Análisis de la Varianza (ANOVA) de los datos recolectados**

ANOVA					
Diámetro de inhibición					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	4222,416	5	844,483	6000,057	0,000
Dentro de grupos	11,823	84	0,141		
Total	4234,239	89			

Fuente: SPSS ver. 26

Tabla 4, muestra el análisis comparativo de la actividad antibacteriana de los grupos de estudios mediante la prueba de ANOVA, la que nos permite determinar si los grupos analizados presentan la misma actividad antibacteriana mediante la comparación estadística del tamaño de los halos de inhibición obtenidos en cada grupo, al comparar el valor de significancia obtenida en la prueba se observa que es inferior al valor de significancia del estudio, por lo tanto, se confirma que existe diferencia estadísticamente significativa entre los grupos analizados.

**Tabla 5. Análisis por sub grupos homogéneos mediante la prueba de Tukey**

HSD Tukey <sup>a</sup>							
Grupos de trabajo	N	Subconjunto para alfa = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
Contr. Negativo (agua destilada)	15	5,99					
E. A. Hoja-Aloe vera (50%)	15		8,64				
E. A. Pulpa-Aloe vera (50%)	15			9,78			
E. A. Hoja-Aloe vera (100%)	15				11,86		
E. A. Pulpa-Aloe vera (100%)	15					12,43	
Contr. Positivo (ciprofloxacino)	15						27,22
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

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

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 15,000.

Fuente: SPSS ver. 26

Tabla 5, se muestra el análisis estadístico de la prueba de Tukey, la cual se basa en un análisis similar comparativo por sub grupos homogéneos, pero a diferencia de la prueba de ANOVA, esta prueba permite realizar la comparación por grupos y determinar el efecto antibacteriano entre todos los grupos de datos; de la tabla se observa los valores promedios de los grupos de tratamientos son diferentes todos entre sí, correspondiendo el mayor efecto antibacteriano contra *Escherichia coli* al grupo control positivo.

**Tabla 6. Sensibilidad de *Escherichia coli* ATCC 25922 frente a la actividad antibacteriana del extracto acuoso de la hoja modificada y pulpa de *Aloe vera* (SÁBILA) y grupos control**

Tratamiento	Sensibilidad nula $\leq 8$ mm	Sensible 8–14 mm	Muy sensible 15-20 mm	Altamente sensible > 20 mm
Contr. Negativo (agua destilada)	5,99			
E. A. Hoja-Aloe vera (50%)		8,64		
E. A. Pulpa-Aloe vera (50%)		9,78		
E. A. Hoja-Aloe vera (100%)		11,86		
E. A. Pulpa-Aloe vera (100%)		12,43		
Contr. Positivo (ciprofloxacino)				27,22

Tabla 6, se observa la sensibilidad antibacteriana de *Escherichia coli* ATCC 25922 frente a la actividad antibacteriana del extracto acuoso de la hoja modificada y pulpa de *Aloe vera* (SÁBILA) y grupos control evaluado mediante la escala de Duraffourd con los halos de inhibición de cada grupo; se aprecia que el grupo control negativo presentó sensibilidad nula, se observa también que *Escherichia coli* es sensible a todos los extractos estudiados y es altamente sensible al ciprofloxacino (control positivo)

## IV. DISCUSIÓN

### IV.1. Discusión de Resultados

*Aloe vera* es una de las especies vegetales más comunes en el Perú, su uso medicinal ha sido aplicado en distintas enfermedades, además de crecer fácilmente en distintos tipos de climas ha mostrados propiedades antibacterianas y antimicóticas las cuales están relacionadas con sus principios activos o metabolitos secundarios, sin embargo, esta planta presenta características distintas dependiendo de la parte empleada, en tal sentido, se ha evaluado la actividad antibacteriana de los extractos acuoso de la hoja modificada y pulpa de *Aloe vera* (SÁBILA) frente a *Escherichia coli* ATCC 25922 y comparado su actividad con un medicamento de reconocida acción sobre esta bacteria como es el ciprofloxacino, encontrando los resultados que se discuten a continuación.

Con respecto a la solubilidad del extracto acuoso de la hoja modificada de *Aloe vera*, fue soluble (+++) en agua destilada, medianamente soluble (++) en etanol; débilmente soluble (+) en alcohol terbutílico y metanol; con respecto al pulpa de *Aloe vera* (SÁBILA) fue soluble (+++) en agua destilada, medianamente soluble (++) en etanol y metanol; débilmente soluble (+) en alcohol terbutílico y metanol.

Al realizar el estudio fitoquímico del extracto acuoso de la hoja modificada y pulpa de *Aloe vera* se observa que ambas partes de la planta presentan similares metabolitos, encontrando mucílagos y saponinas, en ambas partes con pequeñas diferencias en la concentración aparente, lo que puede demostrar las diferencias en cuanto a su actividad antibacteriana entre ambas partes de la planta.

Con respecto a la actividad antibacteriana del extracto acuoso al 100% y 50% de la hoja modificada y pulpa de *Aloe vera* (SÁBILA) frente a *Escherichia coli* ATCC 25922, esta se evaluó en base al tamaño del halo de inhibición formado sobre cultivos de la cepa en estudio, en tal sentido, se observa que el extracto al 100% y 50% de la hoja modificada de *Aloe vera* (SÁBILA) obtuvo halos de inhibición de  $11,87 \pm 0,43\text{mm}$  y de  $8,64 \pm 0,37\text{mm}$  respectivamente; en cuanto al extracto al 100% y 50% de la

pulpa de *Aloe vera* (SÁBILA) obtuvo halos de inhibición de  $12,44 \pm 0,36$ mm y de  $9,79 \pm 0,41$ mm respectivamente; por su parte, los grupos control mostraron halos de inhibición de  $5,99 \pm 0,35$ mm para el control negativo (agua destilada) y ciprofloxacino (control positivo) de  $27,22 \pm 0,33$ mm.

Haque S. et al (2019), determinaron el efecto antibacteriano del extracto etanólico de una formulación en gel a base de la hoja de *Aloe vera* contra cepas estándar de *S. aureus*, *P. aeruginosa*, *E. coli* y *K. pneumoniae* donde lograron determinar halos de inhibición de 12, 13, 16 y 20 mm a 200, 300, 400 y 500  $\mu$ g/ml respectivamente; para *P. aeruginosa* fueron 12, 14 y 17 mm a 300, 400 y 500  $\mu$ g/ml respectivamente; para *E. coli* fueron 12, 15 y 18 mm a 300, 400 y 500  $\mu$ g/ml respectivamente; para *K. pneumoniae*, fueron 11, 13 y 17 mm a 300, 400 y 500  $\mu$ g/ml respectivamente; del análisis se observa que una aparente mayor actividad sobre *Escherichia coli* por parte del extracto etanólico evaluado en el estudio de Haque S. et al compararlo con el nuestro, estos resultados estarían relacionados con el tipo de solvente empleado en la preparación del extracto mostrando mayor poder de extractivo el etanol.

Pacherre M. (2018), por otro lado, comparó la actividad antibacteriana de la formulación de *Aloe vera* (sábila) en gel, donde observó que dicha formulación presentó halo promedio de 13mm (100%), presentando mayor efecto antibacteriano contra *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, por lo que se deduce que la formulación en gel presenta mayor actividad antibacteriana.

Azabache H. (2020), evaluaron la actividad antibacteriana contra *Escherichia coli* uropatógena el extracto etanólico de *Aloe vera* (sábila), encontrando halos de inhibición de 21.5mm al 50%, al 75% (22.1mm) y al 100% (24.2mm); es evidente que los halos de inhibición son superiores a nuestro estudio, pero de igual manera existe diferencias en el tipo de solvente empleado como el etanol que marcaría las diferencias extractivas y por ende la actividad antibacteriana

Así mismo, Díaz C. (2021) también determinó la actividad antibacteriana

de *Aloe vera*, bajo una formulación en colutorio frente a *Streptococcus mutans* ATCC25175 a las concentraciones del 25% y 50%, mostrando halos de inhibición de 5,23mm para 25% y 8,80mm para 50%, evidenciando de esta manera que *Aloe vera* presenta similares halos de inhibición incluso con empleando una bacteria distinta al estudio.,

Estudios como el de Cruz T. et al (2021) también han demostrado actividad antibacteriana al aplicar el extracto de *Aloe vera*, en combinación con aceites de otras especies vegetales, en placas bacterianas, encontrando que esta formulación disminuye hasta un 70% de la placa bacteriana, así como problemas de gingivitis. De la misma manera Galiana M. et al (2019), demostraron la actividad antibacteriana de *Aloe vera*, en una formulación en pasta a pH alcalino sobre *Enterococcus faecalis* a las concentraciones del 100% y 80%.

Al comparar la actividad antibacteriana comparada del extracto acuoso de la hoja modificada y pulpa de *Aloe vera* (SÁBILA) con ciprofloxacino sobre *Escherichia coli* ATCC 25922 se observó que la pulpa de *Aloe vera* presenta mayor actividad antibacteriana que la hoja modificada de la misma planta, así mismo, se observa que la actividad antibacteriana del ciprofloxacino (control positivo) es superior que los extractos acuosos, dicha determinación se llevó a cabo mediante el análisis estadístico con pruebas inferenciales como ANOVA y Tukey, con un nivel de confianza del 95%. Por otro lado, se evaluó la sensibilidad de la cepa de *Escherichia coli* ATCC 25922 a los grupos estudiados mediante la Escala de Duraffourd, observando que *Escherichia coli* es sensible a todos los extractos estudiados y es altamente sensible al ciprofloxacino (control positivo). Azabache H. (2020), comparó la actividad antibacteriana contra *Escherichia coli* uropatógena frente a la amikacina, observando que esta última presenta mayor poder que los extractos de la planta en estudio, de igual manera Pacherre M. (2018), al exponer *Aloe vera* (gel) frente a *Staphylococcus aureus* ATCC 29213 comparado con Oxacilina determinó que la oxacilina presenta mayor efecto contra *Staphylococcus aureus*.

## IV.1. CONCLUSIONES

- La hoja modificada de *Aloe vera* (SÁBILA) fue soluble (+++) en agua destilada, medianamente soluble (++) en etanol; débilmente soluble (+) en alcohol terbutílico y metanol; con respecto al pulpa de *Aloe vera* (SÁBILA) fue soluble (+++) en agua destilada, medianamente soluble (++) en etanol y metanol; débilmente soluble (+) en alcohol terbutílico y metanol
- Los metabolitos secundarios presentes en el extracto acuoso de la hoja modificada y pulpa de *Aloe vera* (SÁBILA) fueron los mucílagos (++) y la saponina (+++).
- La actividad antibacteriana in vitro frente a *Escherichia coli* ATCC 25922 se demostró mediante la valoración del halo de inhibición, el extracto de la hoja modificada de *Aloe vera* (SÁBILA) obtuvo halos de inhibición de  $11,87 \pm 0,43\text{mm}$  y de  $8,64 \pm 0,37\text{mm}$  para el 100% y 50% respectivamente.
- La actividad antibacteriana in vitro frente a *Escherichia coli* ATCC 25922 se demostró mediante la valoración del halo de inhibición, el extracto al 100% y 50% de la pulpa de *Aloe vera* (SÁBILA) obtuvo halos de inhibición de  $12,44 \pm 0,36\text{mm}$  y  $9,79 \pm 0,41\text{mm}$  para el 100% y 50% respectivamente.
- El extracto acuoso de la hoja modificada y pulpa de *Aloe vera* (SÁBILA) presentó menor actividad antibacteriana que el ciprofloxacino sobre *Escherichia coli* ATCC 25922

## **IV.2. RECOMENDACIONES**

- A las universidades, promover las investigaciones experimentales sobre esta planta para descubrir todos los beneficios que se pueden obtener de ella y su aplicabilidad en el campo de salud.
- A las futuras investigaciones determinar los metabolitos activos presentes en la planta con diferentes solventes e identificarlos por técnicas instrumentales.
- En el sector salud, promover el tratamiento complementario con formulaciones farmacéuticas de bajo costo y eficaces para combatir las distintas patologías.
- A la población, se le recomienda el uso de plantas medicinales en el tratamiento inicial de las enfermedades y así evitar la automedicación, reacciones adversas, elevado costo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. OMS | Enfermedades infecciosas [Internet]. [cited 2020 Nov 24]. Available from: [https://www.who.int/topics/infectious\\_diseases/es/](https://www.who.int/topics/infectious_diseases/es/)
2. OMS/FAO. Informe de la OMS/FAO sobre la evaluación del riesgo de E.coli productora de toxina Shiga [Internet]. Higiene Ambiental. 2018 [cited 2021 Sep 24]. Available from: <https://higieneambiental.com/higiene-alimentaria/informe-de-la-omsfao-sobre-la-evaluacion-del-riesgo-de-ecoli-productora-de-toxina-shiga>
3. Organización Mundial de la Salud. El Sistema Mundial de Vigilancia de la Resistencia a los Antimicrobianos de la OMS, presentó su primer informe de trabajo. [Internet]. Codigof. 2018 [cited 2021 Jul 25]. Available from: <https://codigof.mx/el-sistema-mundial-de-vigilancia-de-la-resistencia-a-los-antimicrobianos-de-la-oms-presento-su-primer-informe-de-trabajo/>
4. Miranda J, Pinto J, Faustino M, Sánchez-Jacinto B, Ramirez F. Resistencia antimicrobiana de uropatógenos en adultos mayores de una clínica privada de Lima, Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*. 2019;36(1):87.
5. Aguilar F, Niño J, Moreno M. Portadores nasofaríngeos de *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus pneumoniae* en personal de salud del hospital Provincial Docente Belén de Lambayeque. *Revista Experiencia en Medicina* [Internet]. 2015;1(2):46–50. Available from: <http://rem.hrlamb.gob.pe/index.php/REM/article/view/17/15>
6. Oliveira C, de Souza D, Guedes M, Alexandre P, Nascimento C, do Nascimento M, et al. Actividad antibacteriana directa y combinada del extracto etanólico de Aloe vera (sábila). *Revista Unilus Ensino e Pesquisa* [Internet]. 2020;17(48):1–15. Available from: <http://revista.lusiada.br/index.php/ruep/article/view/1314/u2020v17n48e1314>
7. Allen, Janda. *Koneman- Diagnóstico microbiológico*. 6ta. ed. Washington W, editor. Madrid - España: Editorial Médica Panamericana; 2006.
8. Galiana M, Karbgen V, Ortega S, Britos M, Lozina L, Galiana A. Efecto antibacteriano de pastas alcalinas adicionadas con Aloe vera frente al *Enterococcus faecalis*. 2019;39:10–5. Available from: <https://www.canalabierto.cl/storage/journals/October2019/wIWAPdpWGrQ>

m4oNLFKw7.pdf#page=12

9. Haque SD, Saha SK, Salma U, Nishi MK, Rahaman MS. Antibacterial Effect of Aloe vera (Aloe barbadensis) leaf gel against Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa, Escherichia coli and Klebsiella pneumoniae. Mymensingh Medical Journal : MMJ [Internet]. 2019 Jul 1 [cited 2022 Apr 29];28(3):490–6. Available from: <https://europepmc.org/article/med/31391416>
10. Diaz C. Efectividad antibacteriana in vitro del colutorio a base de Aloe vera y a base de Matricaria chamomilla sobre Streptococcus mutans ATCC 25175 [Internet]. 2021. Available from: [http://190.223.196.26/bitstream/123456789/1395/1/0047082828\\_T\\_2021.pdf](http://190.223.196.26/bitstream/123456789/1395/1/0047082828_T_2021.pdf)
11. Azabache H. Efecto antibacteriano del extracto etanólico de Aloe vera (sábila) sobre Escherichia coli uropatógena comparado con Amikacina in vitro [Internet]. 2020. Available from: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/58000/Azabache\\_LHR-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/58000/Azabache_LHR-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
12. Pacherre M. Efecto antibacteriano del gel Aloe vera sobre cepas de Staphylococcus aureus ATCC 29213 comparado con Oxacilina [Internet]. 2018. Available from: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/25390/pacherre\\_vm.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/25390/pacherre_vm.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
13. Anónimo. El diseño de investigación experimental [Internet]. 2016. Available from: [http://histologia.ugr.es/pdf/Metodologia\\_III.pdf](http://histologia.ugr.es/pdf/Metodologia_III.pdf)
14. Pavón P, Gogeoascoechea M. Metodología de la Investigación II. Universidad Veracruzana, Instituto de Ciencias de la Salud [Internet]. 2014 [cited 2022 May 16];44. Available from: <http://sapp.uv.mx/univirtual/especialidadesmedicas/mi2/modulo1/docs/Diseñosde...pdf>
15. Guevara G, Verdesoto A, Castro N. Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento [Internet]. 2020;4(3):163–73. Available from: <https://www.recimundo.com/index.php/es/article/view/860/1363>
16. Otzen T, Manterola C. Técnicas de Muestreo sobre una Población a

Estudio. *International Journal of Morphology* [Internet]. 2017;35(1):227–32.  
Available from: <https://www.scielo.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>

## **ANEXOS**

**ANEXO A: Instrumento de recolección de datos**

Número de placas	Hoja modificada de Aloe vera		Pulpa de Aloe vera		GRUPOS CONTROL	
	100%	50%	100%	50%	Control Negativo (agua destilada)	Control positivo Ciprofloxacino
Placa N°01	12,14	8,52	13,02	9,52	5,82	27,45
Placa N°02	12,64	8,67	12,77	9,65	5,97	26,96
Placa N°03	12,02	9,25	12,37	10,29	6,30	27,80
Placa N°04	12,22	8,87	11,92	10,04	6,50	27,21
Placa N°05	11,28	8,29	13,14	9,30	6,01	26,75
Placa N°06	12,03	8,18	12,47	9,64	5,79	27,01
Placa N°07	11,51	8,54	12,51	9,68	6,04	27,61
Placa N°08	11,39	8,25	12,16	9,73	6,65	26,80
Placa N°09	11,81	8,55	12,16	10,06	5,35	27,14
Placa N°10	11,91	8,76	12,14	10,33	5,89	27,09
Placa N°11	11,32	8,40	12,08	10,58	5,89	27,32
Placa N°12	11,83	8,61	12,56	9,56	6,24	27,40
Placa N°13	11,64	9,55	12,26	9,20	5,43	27,42
Placa N°14	11,64	8,75	12,25	9,26	6,18	27,59
Placa N°15	12,64	8,47	12,74	9,95	5,85	26,75

## ANEXO B: Matriz de consistencia

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>
¿Cuál será la actividad antibacteriana del extracto acuoso de la hoja modificada y pulpa de <i>Aloe vera</i> (SÁBILA) frente a <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922?	Demostrar la actividad antibacteriana del extracto acuoso de la hoja modificada y pulpa <i>Aloe vera</i> L. (SÁBILA) frente a <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	Los extractos acuosos de la hoja modificada y pulpa de <i>Aloe vera</i> L. (SÁBILA) presentan actividad antibacteriana frente a <i>Escherichia coli</i> 25922
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Específicas</b>
¿Cuál será la solubilidad de los extractos acuosos de la hoja modificada y pulpa de <i>Aloe vera</i> (SÁBILA) frente a diferentes solventes?	Evaluar la solubilidad de los extractos acuosos de la hoja modificada y pulpa de <i>Aloe vera</i> (SÁBILA) frente a diferentes solventes	Los extractos acuosos de la hoja modificada y pulpa de <i>Aloe vera</i> (SÁBILA) presentan solubilidad frente a diferentes solventes
¿Cuáles serán los metabolitos secundarios presentes en el extracto acuoso de la hoja modificada y pulpa de <i>Aloe vera</i> (SÁBILA)?	Identificar los metabolitos secundarios presentes en el extracto acuoso de la hoja modificada y pulpa de <i>Aloe vera</i> (SÁBILA)	El extracto acuoso de la hoja modificada y pulpa de <i>Aloe vera</i> (SÁBILA) presentan metabolitos secundarios
¿Cuál será la actividad antibacteriana in vitro del extracto acuoso al 100% y 50% de la hoja modificada de <i>Aloe vera</i> (SÁBILA) frente a <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922?	Determinar la actividad antibacteriana in vitro del extracto acuoso al 100% y 50% de la hoja modificada de <i>Aloe vera</i> (SÁBILA) frente a <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	El extracto acuoso de la hoja modificada de <i>Aloe vera</i> L. (SÁBILA) al 100% y 50% presentan actividad antibacteriana in vitro frente a <i>Escherichia coli</i> 25922.
¿Cuál será la actividad antibacteriana in vitro del extracto acuoso al 100% y 50% de la pulpa de <i>Aloe vera</i> (SÁBILA) frente a <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922?	Determinar la actividad antibacteriana in vitro del extracto acuoso al 100% y 50% de la pulpa de <i>Aloe vera</i> (SÁBILA) frente a <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	El extracto acuoso de la pulpa de <i>Aloe vera</i> L. (SÁBILA) al 100% y 50% presentan actividad antibacteriana in vitro frente a <i>Escherichia coli</i> 25922.
¿Cuál será el efecto comparado de los extractos acuosos de la hoja modificada y pulpa de <i>Aloe vera</i> (SÁBILA) con ciprofloxacino sobre <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922?	Comparar la actividad antibacteriana del extracto acuoso de la hoja modificada y pulpa de <i>Aloe vera</i> (SÁBILA) con ciprofloxacino sobre <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	Los extractos acuosos de la hoja modificada y pulpa <i>Aloe vera</i> (SÁBILA) presentan mayor actividad antibacteriana que el ciprofloxacino sobre <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922

## ANEXO C: Operacionalización de las variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	N° DE ÍTEMS	VALOR
Extracto acuoso de la hoja modificada y pulpa de <i>Aloe vera</i> (SÁBILA)	Producto obtenido del proceso de maceración de la muestra vegetal con solventes (agua).	Maceración en solución acuosa	Concentración	Porcentaje	Razón	2	100 50
actividad antibacteriana in vitro del frente a <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	Acción de disminuir o evitar el crecimiento de las bacterias.	Medida del halo de inhibición	Halo de inhibición	Diámetro	Razón	4	≤ 8mm (-) 8mm-14mm (+) > 14 mm-20mm (++) > 20mm : (+++)

## ANEXO D: Constancia de identificación taxonómica

Hamilton W. Beltrán S.  
Consultor Botánico  
Calle Natalio Sánchez 251- Jesús María  
hamiltonbeltran@yahoo.com

### CERTIFICACIÓN BOTÁNICA

El Biólogo colegiado, certifica que la planta conocida como "Sábila" proporcionada por los Bachilleres, **SARITA ALAYA TONGO** y **MARIELA HERNÁNDEZ VÁSQUEZ**, Tesis de la Universidad María Auxiliadora, ha sido estudiada científicamente y determinada como *Aloe vera* L. y de acuerdo al Sistema de Clasificación de Cronquist 1981, se ubica en las siguientes categorías:

Reino: Plantae  
División: Magnoliophyta  
Clase: Liliopsida  
Orden: Asparagales  
Familia: Asphodelaceae  
Género: *Aloe*  
Especie: *Aloe vera* L.

Se expide la presente certificación a solicitud de los interesados para los fines que estime conveniente.

Lima, 20 junio 2022

  
Bigo. Hamilton Beltrán  
Hamilton W. Beltrán Santiago  
Físlogo - Botánico  
C. Nº 2718

## ANEXO E: Certificado de análisis de la cepa



Certificate of Analysis: Lyophilized Microorganism Specification and Performance Upon Release

<b>Specifications</b> <b>Microorganism Name:</b> Escherichia coli <b>Catalog Number:</b> 0335 <b>Lot Number:</b> 335-506** <b>Reference Number:</b> ATCC® 25922™* <b>Purity:</b> Pure <b>Passage from Reference:</b> 3	<b>Expiration Date:</b> 2024/3/31 <b>Release Information:</b> <b>Quality Control Technologist:</b> Mary L. Bowman <b>Release Date:</b> 2022/4/8
<b>Performance</b>	
<b>Macroscopic Features:</b> 2 colony types, both are gray & beta hemolytic; one is circular to irregular, convex, slightly erose edge & smooth; other is larger, irregular, low convex, erose edge & rough	<b>Medium:</b> SBAP
<b>Microscopic Features:</b> Gram negative straight rod	<b>Method:</b> Gram Stain (1)
<b>ID System:</b> MALDI-TOF (1)	<b>Other Features/ Challenges: Results</b> (1) Oxidase (Kovacs): negative Beta-glucuronidase (E. coli Broth w/MUG): positive (1) Ampicillin (10 mcg - Disk Susceptibility): 15 - 22 mm (1) Gentamicin (10 mcg - Disk Susceptibility): 19 - 26 mm (1) SXT (1.25/23.75 mcg - Disk Susceptibility): 23 - 29 mm   Amanda Kuperus Quality Control Manager AUTHORIZED SIGNATURE
See attached ID System results document.	
<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>Note for Vitek®: Although the Vitek® panel uses many conventional tests, the unique environment of the card, combined with the short incubation period, may produce results that differ from published results obtained by other methods.</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>	
 <b>ACCREDITED</b> <small>REFERENCE MATERIAL PRODUCER CERT #2455-02</small>	<small>(*) 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.</small>
 <b>ACCREDITED</b> <small>TESTING CERT #2655-01</small>	<small>(1) These tests are accredited to ISO/IEC 17025:2005.</small>



## Bruker Daltonik MALDI Biotyper Classification Results

### Meaning of Score Values

Range	Interpretation	Symbols	Color
2.00 – 3.00	High-confidence identification	(+++)	green
1.70 – 1.99	Low-confidence identification	(+)	yellow
0.00 – 1.69	No Organism Identification Possible	(-)	red

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

Category	Interpretation
(A)	<b>High consistency:</b> The best match is a high-confidence identification. The second-best match is (1) a 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 Date/Time:

2020-03-27T11:51:17.542 KLH

Applied MSP Library(ies):

BDAL, Mycobacteria Library (bead method), Filamentous Fungi Library, Listeria

Sample Name	Sample ID	Organism (best match)	Score Value
C7 (+++) (A)	335-506	Escherichia coli	2.55

Comments:

closely related to Shigella / Escherichia fergusonii and not definitely distinguishable at the moment

## ANEXO F: Evidencias del trabajo de campo

Figura 1.Recolección de la muestra



**Figura 2. Selección y desinfección de la planta**



**Figura 3. Preparación de la muestra:**



**Figura 4. Obtención del macerado de la pulpa de la sábila**



**Figura 5. Secado de las hojas modificadas:**



**Figura 6. Obtención del macerado de la hoja modificada de la sábila**



**Figura 7. Filtrado de los macerados**



**Figura 8. Preparación de los extractos**



**Figura 9. Activación de la cepa y preparación del inculo de trabajo**



**Figura 10. Sembrado en placa**



**Figura 11. Preparación de pocitos en placas**



**Figura 12. Aplicación de los extractos**

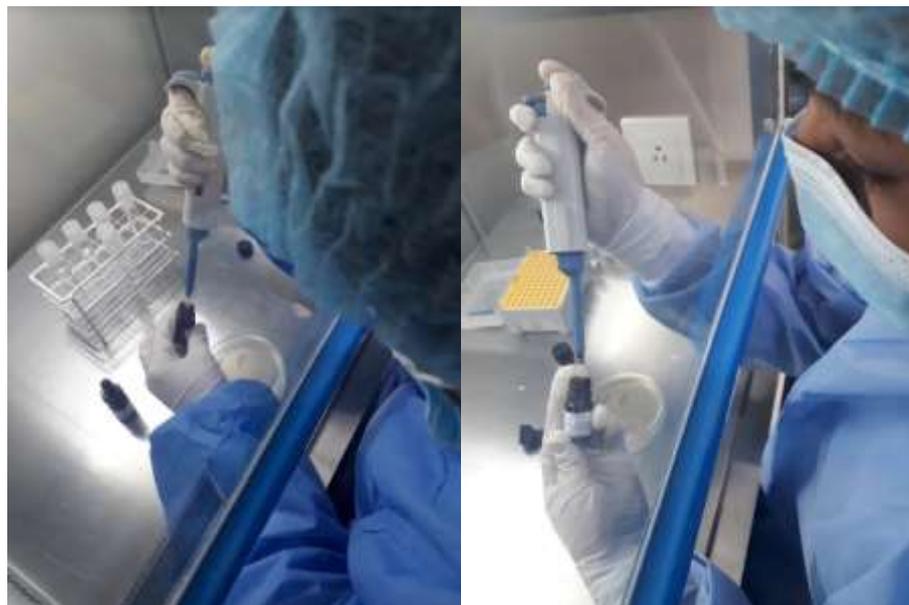


Figura 13. Incubación de placas



Figura 14. Medición de los halos de inhibición:

