



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA**

*Actividad antimicrobiana del extracto etanólico del *Aloe barbadensis miller* en *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE :**

**Médico Cirujano**

**AUTOR:**

Atahualpa León, Carlos Raúl (ORCID: 0000-0002-4408-3069)

**ASESOR:**

Castro Paniagua, William Gil (ORCID: 0000-0001-5817-8053)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Enfermedades infecciosas y transmisibles

**TRUJILLO - PERÚ**

**2022**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	MARCO TEÓRICO .....	4
III.	METODOLOGÍA .....	13
3.1.	Tipo y diseño de investigación .....	13
3.2.	Variables .....	13
3.3.	Población, muestrea y muestreo .....	13
3.4.	Técnica e instrumentos de recolección de datos .....	14
3.5.	Procedimientos .....	15
3.6.	Métodos de análisis de datos .....	15
3.7.	Aspectos éticos .....	15
IV.	RESULTADOS.....	17
V.	DISCUSIÓN.....	22
VI.	CONCLUSIONES .....	25
VII.	RECOMENDACIONES.....	26
	REFERENCIAS.....	1
	ANEXOS .....	9

## RESUMEN

**Introducción.** Las infecciones de tejidos blandos y del sistema digestivo son motivo de consulta a los centros de salud, así las bacterias más frecuentes encontradas son *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* ya que se ha encontrado mayor resistencia antimicrobiana contra estos patógenos a nivel mundial. **Objetivo.** Identificar la actividad antimicrobiana del extracto etanólico de aloe vera en la zona de inhibición, concentración mínima inhibitoria, volumen y solvente utilizado sobre *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*. **Metodología.** El tipo de investigación fue observacional y el diseño descriptivo, asimismo, se buscó en la base de datos de EBSCOhost, Pubmed, Scopus, Science Direct, Cochrane, utilizando descriptores de ciencia de salud (DeCS) y (MeSH) para una búsqueda avanzada, además se utilizó criterios de inclusión y exclusión. **Resultados.** Se encontraron 223 artículos, en el cual se incluyeron 8 artículos, que evalúan la actividad antimicrobiana del extracto etanólico de aloe vera, obteniendo un promedio de zona de inhibición de 22,4 mm para *E. coli* y 22,25 mm para *S. aureus*, además la concentración mínima inhibitoria (CIM) fue de 4,46 y 0,96 respectivamente. **Conclusión.** El extracto etanólico de aloe vera presenta actividad antimicrobiana tanto para *E. coli* y *S. aureus*.

**Palabras Clave:** *Antibacterianos, Aloe vera, Staphylococcus aureus, Escherichia coli*

## ABSTRACT

**Introduction.** Soft tissue and digestive system infections are a reason for consulting health centers, so the most frequent bacteria found are *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*, since greater antimicrobial resistance has been found against these pathogens worldwide. **Objective.** Identify the antimicrobial activity of the ethanolic extract of aloe vera in the zone of inhibition, minimum inhibitory concentration, volume and solvent used on *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. **Methodology.** The type of research was observational and the descriptive design, likewise, the EBSCOhost, Pubmed, Scopus, Science Direct, Cochrane databases were searched, using health science descriptors (DeCS) and (MeSH) for an advanced search, In addition, inclusion and exclusion criteria were used. **Results.** 223 articles were found, in which 8 articles were included, evaluating the antimicrobial activity of the ethanolic extract of aloe vera, obtaining an average zone of inhibition of 22.4 mm for *E. coli* and 22.25 mm for *S. aureus*. In addition, the minimum inhibitory concentration (MIC) was 4.46 and 0.96, respectively. **Conclusion.** The ethanolic extract of aloe vera has antimicrobial activity against both *E. coli* and *S. aureus*.

**Keywords:** *Antibacterials, Aloe vera, Staphylococcus aureus, Escherichia coli*

## I. INTRODUCCIÓN

La utilización de medicina tradicional según la Organización Nacional de la Salud de la región de América demostró que naciones como Chile y Colombia usan el 71% y 40% y la India un 65% para tratar enfermedades primarias de salud.<sup>1</sup> En el Perú el uso de medicina alternativa en el cuidado de la salud ha tenido un impacto favorable a través de la historia. Pero a pesar de ser un país con múltiples variedades de plantas no ha prestado mucho valor en su investigación.<sup>2</sup> En la región andina (Junín, Jauja, Quero) el uso de plantas medicinales incluyó el conocimiento ancestral, las cuales son conocidas por su pueblo y utilizadas en el tratamiento de enfermedades. En el distrito de Quero se registró 42 especies de plantas medicinales importante para los pobladores.<sup>1</sup>

El aloe vera se ha utilizado de forma empírica como medicina tradicional para tratar diversas enfermedades, lesiones y trastornos, por lo que se ha venido realizando diversas investigaciones para conocer su mecanismo de acción, ya que se ha determinado que el aloe vera tiene propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, antibacterianas, entre otras.<sup>3</sup>

La infección de tejidos blandos es la tercera causa principal de consulta médica, seguida de infecciones respiratorias y urinarias que conforman un 71,8% de visitas en emergencia en EE.UU. entre los microorganismos más frecuentes encontrados tenemos al *Staphylococcus aureus* (SA), seguido de *Streptococcus pyogenes* y *Pseudomonas aeruginosa*.<sup>4</sup> La investigación del predominio de infecciones nosocomiales en España 2015 fue de un 31,8% total, conformados de infecciones por Gram positivos. Entre estos agentes el más frecuente fue *Staphylococcus aureus* con 9.47% del total.<sup>5</sup> La OMS promovió una guía para el desarrollo e investigación de medicamentos que respondan a la alta resistencia crítica a antimicrobianos como *Pseudomonas aeruginosa* y otras variedades de enterobacterias como *Klebsiella* y *Escherichia coli* (EC), las cuales son mortales.<sup>6</sup>

En nuestra nación existe pocos estudios prospectivos sobre el tema, uno realizado en el Perú, en el hospital de lima en la especialidad de medicina tropical de infecciones en el año 2000, se encontró 82 casos de infecciones, las cuales fueron: celulitis, piodermatitis, erisipela con un 63,4%, 17,1% y 12,2% respectivamente, entre

otras. El germen principal fue el *Staphylococcus aureus* con un 72%.<sup>7</sup> Una de las enfermedades de infecciones de la piel es la celulitis, que puede infectar a cualquier persona sin importar sexo y edad. La influencia del número de casos en el Perú varió entre 0,2 a 25/1000 casos por año.<sup>8</sup>

La alta incidencia que tiene la *Escherichia coli* se evidencia por las recurrencias en la asistencia de los pacientes al establecimiento de salud, como gastroenteritis aguda e infecciones del tracto urinario, que a nivel mundial son las causas más frecuentes de consultas. La compra indiscriminada de antibióticos contra *E. coli* ha favorecido a la aparición de cepas resistentes al tratamiento.<sup>9</sup>

En España desde el año 2016 al 2018 se investigó la resistencia antimicrobiana a *Escherichia coli* uropatógena, obteniendo 42004 muestras. De las cuales se mantuvo resistencia a fosfomicina y nitrofurantoína en un 4%, cefalosporinas de tercera generación un 12%, ya que tanto la cefuroxima como la amoxicilina con ácido clavulánico mostró un aumento de resistencia tanto intrahospitalaria como adquirida en la comunidad.<sup>10</sup>

En México en el año 2014 se encontraron 98 casos de bacteriemia por *Escherichia coli* en centro de salud de ABC, obteniendo de los casos un 83.7%, de los cuales fueron comunitarias y otros 16.3% fueron bacterias intrahospitalarias. Su mortalidad fue de 9.3% tanto hospitalario e intrahospitalario, además que se encontró *E. coli* productoras de betalactamasas de acción extendida en un 43.9%.<sup>11</sup>

En el Perú se registró en 8 hospitales públicos, la siguiente problemática, se encontró 70 pacientes con resistencia antimicrobiana contra *E. coli*, siendo resistentes a betalactámicos (Ampicilina con 77,1%), cefalosporinas de segunda y cuarta generación (Cefuroxima y Cefepime en un 57,1%), fluoroquinolonas (Ciprofloxacino de 74,3%) y Trimetoprima/Sulfametoxazol de 62,9%.<sup>12</sup>

Ante la problemática descrita se plantea la siguiente interrogante: ¿Cuál es la actividad antimicrobiana del extracto etanólico de aloe vera en la zona de inhibición, concentración inhibitoria mínima, volumen y solvente utilizado sobre *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*?

La importancia de esta investigación es tratar de buscar alternativas de tratamiento para las infecciones de tejidos blandos causadas por *S. aureus* o infecciones orgánicas causadas por *E. coli*, el tratamiento con medicina tradicional es una opción que se busca para emplear contra estos patógenos, ya que la resistencia a medicamentos hoy en día está aumentando. Por los diversos beneficios que contiene esta planta para la salud, se realizará una búsqueda en la base de datos sobre el extracto etanólico de aloe vera contra estas bacterias, para verificar la actividad antimicrobiana, obteniendo resultados que indiquen la inhibición del crecimiento de estas bacterias. Con la actividad antimicrobiana, su uso de este extracto ayudaría a contrarrestar enfermedades asociadas a estos patógenos como infecciones de tejidos blandos, infecciones respiratorias y urinarias. Para que en un futuro se puedan desarrollar medicamentos con los principios activos del aloe vera o se use como coadyuvante.

Como objetivos planteados:

Identificar la actividad antimicrobiana del extracto etanólico de aloe vera en la zona de inhibición, volumen y solvente utilizado sobre *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*.

Identificar la actividad antimicrobiana del extracto etanólico de aloe vera en concentración inhibitoria mínima, volumen y solvente utilizado sobre *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*.

## II. MARCO TEÓRICO

Azabache (2020) en el Perú determinó la efectividad antimicrobiana del extracto etanólico de aloe vera en diferentes concentraciones de 50%, 75% y 100% contra *Escherichia Coli* comparando con amikacina, usando como método la zona de inhibición en mm. Sus resultados son 50% de concentración del extracto etanólico fueron de 21,5 mm, 75% de 21,1 mm y 100% de 24.2 mm con un análisis de varianza de  $P < 0,05$ . No se evidenció una mayor eficacia que la amikacina.<sup>13</sup>

En Pakistán (2020) se evaluó la actividad antibacteriana del extracto etanólico de aloe vera en bacterias Gram positivas, Gram negativas y hongos patógenos, en las cuales estaban incluidas el *Staphylococcus aureus* (SA) y *Escherichia Coli* (EC). Se aplicó el extracto a diferentes concentraciones de 10, 20, 25, 30  $\mu$ l, utilizando el método Kirby Bauer y midiendo la zona de inhibición (ZI) en mm. Observando en concentraciones ya mencionadas, fueron de 8, 10, 12, 14 mm ZI para SA y EC fueron de 10, 13.5, 16, 18 mm ZI. Evidenciando una actividad bacteriana significativa.<sup>14</sup>

Abdul, et al (2020) investigo las propiedades antibacterianas del extracto etanólico de aloe vera en diferentes tipos de bacterias como SA y EC, a diferentes concentraciones 10, 20, 30, 35  $\mu$ l. Utilizando como método de difusión de disco (Kirby Bauer) y midiendo la zona de inhibición en mm. Observando con el extracto etanólico de aloe vera a concentración ya mencionadas fueron 8, 12, 13 y 15 mm para SA y para EC a concentración iguales fueron de 11, 14.5, 16, 17 mm respectivamente. Mostrando una zona de inhibición significativa<sup>15</sup>

En Nigeria (2020) examinaron la actividad antimicrobiana del gel y extracto etanólico del Aloe vera contra *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomona aeruginosa*. Utilizando concentración de 20, 40, 60, 80 y 100%, usando como método de difusión el agar. Encontrando una zona de inhibición de 10, 15, 16, 20, 24 mm para E.C ( $P < 0.05$ ) y no mostrando efecto para SA ( $P > 0.05$ ). Además, se encontró mayor eficacia con el gel de aloe vera que con el extracto etanólico.<sup>16</sup>



En Kenya (2018) evaluaron la actividad antimicrobiana de los extractos etanólicos del Aloe vera, Aloe volkensi y Aloe secundiflora a dosis de 100 mg/ml contra *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*, utilizando como parámetro la zona de inhibición mm. Las zonas de inhibición del extracto etanólico del aloe vera variaron entre *S. aureus* ( $17 \pm 2 - 19 \pm 2$  mm), y *E. coli* ( $16 \pm 1 - 20 \pm 3$  mm). Encontrándose una zona de inhibición que vario significativamente ( $F = 3.424051$ ,  $P = 0.005007$ ). entre Aloe vera, Aloe volkensisii y Aloe secundiflora.<sup>17</sup>

En Nigeria (2018) analizaron la actividad antimicrobiana de 3 extractos de gel de la planta de aloe vera, que incluía el extracto etanólico sobre patógenos humanos en el cual se encontraba SA y EC. Mediante la utilización de posocillos de agar y midiendo la zona de inhibición (ZI) en mm. Encontrando en el extracto etanólico una ZI de variación de 12.55 a 23.00 mm, en la cual 15.55 mm para SA y 12.55 mm para EC ( $P < 0.05$ ). Mostrando un mayor efecto en la inhibición con el extracto etanólico frente a los demás extractos.<sup>18</sup>

En Malasya (2018) Evaluaron la capacidad antibacteriana del extracto de etanol, agua y hexano en 10 plantas medicinales en la cual se encontraba el aloe vera sobre 3 cepas de SA resistentes (BRS023, BRS068 y DRS072). Utilizando el método de Kirby Bauer y midiendo la zona de inhibición (ZI) mm. Los resultados obtenidos del extracto de etanol de aloe vera fueron para la cepa BRS023 de 9 mm, BRS069 de 9.5 mm y DRS072 11 mm ( $P < 0.05$ ). Encontrando zona de inhibición, pero de acuerdo a los estándares BRS068 y DRS072 consideran resistentes ( $< 12$ mm) y BRS023 intermedio (13 – 14mm), considerándose resistentes.<sup>19</sup>

Hakim, et al (2018) evaluaron el efecto antimicrobiano del extracto acuoso y etanólico del aloe vera comparado con la gentamicina en *Staphylococcus aureus*, a diferentes concentraciones de 25%, 50%, 100%, utilizando como método la difusión de disco y medición de las zonas de inhibición en mm. Obteniendo como resultado del extracto etanólico de aloe vera a concentraciones anteriores de 5.9, 9.4, 14.5 mm respectivamente. Teniendo un efecto significativo ( $P < 0,05$ ) sobre el *Staphylococcus*, pero no mostró mayor eficacia que la gentamicina.<sup>20</sup>

Kudhir, et al (2018) valoraron la actividad antimicrobiana de los extractos acuoso, etanol, cloroformo y acetona del aloe vera en SA, EC y otra bacteria patógena,

comparándola con ceftriaxona y cefotaxima. Utilizando el método de difusión de pozos y usando la zona de inhibición en mm. Encontrando en el extracto etanólico una ZI de 6. 83 mm para SA y EC. Evidenciando su efecto inhibitorio, pero no más eficaz que los fármacos de control y el extracto de acetona.<sup>21</sup>

En Pakistán (2018) Determinaron las actividades antibacterianas, anti proliferativas y antioxidantes del aloe vera y otras plantas en diferentes solventes que incluye el etanol para formar extractos contra *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y otras bacterias Gram + y -. Utilizando métodos de difusión de pozos, y midiendo la zona de inhibición. Observando en el extracto etanólico de aloe vera que su acción sobre SA fue de 8 mm (ZI) y no presento efecto inhibitorio en EC. ( $p < 0.05$ ) También se evidencio tener un efecto regular en comparación con las demás plantas.<sup>22</sup>

En Malasya (2016) analizaron la actividad antibacteriana del extracto etanólico del gel de aloe vera en SA y EC además de otras bacterias patógenas. Por medio del método de Kirby Bauer y midiendo la zona de inhibición en mm. Obteniendo con el extracto una zona de inhibición que oscilo entre 12.5 a 22 mm, la zona de inhibición fue máxima para SA de 22 mm y fue mínima para EC 12.5 mm.<sup>23</sup>

Alarcón, et al (2016) evaluaron susceptibilidad antimicrobiana del extracto etanólico y extracto del gel DMSO de aloe vera en bacterias Gram positivas y Gran negativas, donde se encontraban SA y EC. Encontrando en el extracto etanólico una ausencia de inhibición en SA y EC, en comparación con el extracto del gel DMSO siendo de 8,5 mm para SA y EC.<sup>24</sup>

En India (2014) evaluaron la actividad antibacteriana de los extractos etanólico, agua, cloroformo de aloe vera y 2 plantas medicinales a concentración de 150 µl en SA, EC, además de otras bacterias Gram positivas.se evaluó la zona de inhibición en mm expresándose en porcentajes en tripletes. Obteniendo con el extracto etanólico la inhibición máxima contra SA siendo 61%, mostrando una actividad inhibitoria media.<sup>25</sup>

En india (2013) evaluaron la actividad antimicrobiana de los extractos metanol, etanol y éter etílico del aloe vera a dosis de 50µl sobre *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y otros patógenos, utilizando como método la difusión de agar y

medición de la zona de inhibición en mm. Se encontró que el extracto etanólico demostró una actividad antimicrobiana moderada con zona de inhibición 9 mm en SA y menor inhibición en EC siendo de 4 mm.<sup>26</sup>

Musmeci en Paraguay (2013) evaluaron la actividad antibacteriana del extracto etanólico a 50%, 70% y alcohol etílico 50%, 70% tanto en aloe vera como aloe arborescens contra *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, por medio de halos de inhibición medidos en diámetro. Encontrando evidencia de inhibición con el extracto etanólico de aloe vera a las concentraciones anteriormente mencionadas siendo de de 6 a 8 mm (ZI) y 12 a 15 mm (ZI) para SA y E. coli de 6 a 8 mm (ZI) en ambas concentraciones.<sup>27</sup>

En el Sur de África (2013) Compararon las propiedades antimicrobianas de 3 especies de aloe en *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, otras bacterias y hongos. Por medio de difusión de Agar. Encontrando una concentración inhibitoria para él SA de 2.0 µg y EC de 3.0 µg, mostrando una concentración inhibitoria significativa, a la vez el extracto etanólico de aloe vera tuvo un mayor efecto antimicrobiano que los demás extractos de plantas.<sup>28</sup>

Nigeria (2013) analizaron la actividad antimicrobiana del extracto de metanol, cloroformo y éter de petróleo del aloe vera a dosis de 20mg/ml y 40mg/ml contra *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae* y *Escherichia coli*, midiendo como parámetro la zona de inhibición en mm ( $P < 00.5$ ). Obtuvo una mayor eficacia con el extracto de metanol a dosis de 40mg/ml en S. aureus de 15 mm, K. pneumoniae de 15 mm y E. coli de 16 mm.<sup>29</sup>

Noreen, et al (2012) determinar la actividad antimicrobiana de los extractos de aloe vera, en el cual estaba incluido el extracto etanólico, en un conjunto de bacterias dentro de las cuales se encontraban SA y EC, tomando como parámetro la zona de inhibición en mm. Obteniendo una zona de inhibición del SA de  $9.33 + 3.05$  y EC no mostro inhibición, además se evidencio que con el extracto de agua de aloe vera se encontró mayor zona de inhibición.<sup>30</sup>

Pandey evaluó la actividad antimicrobiana del extracto etanólico y acuoso del aloe vera contra bacterias Gram postivias como *Staphylococcus aureus* y Gram

negativas como *Escherichia coli*, midiendo como parámetro la zona de inhibición en mm. Se observó que la zona de inhibición para *S. aureus* fue  $20.67 \pm 0.67$ mm, *E. Coli*  $9.67 \pm 0.33$ mm. Encontrando mayor efecto inhibitorio en el extracto etanólico para *S. aureus* seguido de las Gram negativas ( $p < 0,01$ ) comparado con el extracto acuoso que dio resultados bajos.<sup>31</sup>

Lawrence, et al (2009) evaluaron la actividad antibacteriana del extracto de etanol y metanol del aloe vera en bacterias Gram positivas y negativas las cuales estabas el SA y EC, midiendo la zona de inhibición en mm. Encontrando que con el extracto de etanol las zonas de inhibición variaron 12.66 a 23.33 mm, siendo para SA 15.66 mm y EC 12.66 mm ( $P < 0.05$ ) y con el extracto de metanol fueron de 14.00 mm tanto para SA y EC.<sup>32</sup>

Arunkumar, et al (2009) determinaron la actividad antimicrobiana del extracto acuoso, etanólico y acetona del aloe vera en SA, EC y además de otras bacterias patógenas. Utilizando el método de dilución y medición del halo de inhibición en mm. Obteniendo con el extracto etanólico de  $7 + 0.38$  mm para SA y no mostrando efecto inhibitorio EC, además se encontró que el extracto que tuvo más efecto es de acetona ( $P < 0,05$ ).<sup>33</sup>

Agarry, et al (2006) observaron el efecto antimicrobiano del extracto etanólico del gel y la hoja del aloe vera contra bacterias patógenas como SA, utilizando como parámetro las zonas de inhibición en mm. Encontrando que tanto el gel y hoja de aloe vera inhibían el crecimiento del SA en 18 mm y 4 mm respectivamente.<sup>34</sup>

Los antibióticos son agentes farmacológicos que actúan matando la bacteria (teniendo una acción bactericida) o disminuyendo su crecimiento (una acción bacteriostática).<sup>35</sup> También son moléculas derivada del metabolismo de bacterias y hongos o de compuestos obtenidos por síntesis química.<sup>36</sup>

*Staphylococcus aureus*, de etimología Staphylé (racimos de uvas), Coccus (grano en forma de uva) y aureus (dorado o amarillo), sus características son bacterias cocos grampositivos (tinción Gram), de un diámetro de 0,5 a 1,5 micrómetros, ausencia de endosporas y catalasas positivas (enzimas que convierten peróxido de hidrógeno e importante factor de virulencia). Su crecimiento en forma de racimo de

uvas, con capacidades anaeróbicas y aeróbicas, inmóviles y su habitad crece a una concentración elevada de sal (cloruro de sodio 10%) con una temperatura de 18 – 40 grados °C.<sup>37</sup>

*S. aureus* se diferencia a sus demás especies por la producción de coagulasa (enzima), que produce la coagulación del plasma al activar la trombina, la activación de trombina cataliza la activación del fibrinógeno produciendo un coágulo de fibrina. Posee un pigmento de carotenoide que le da la coloración dorada e inactiva el efecto microbicida de súper óxidos dentro de los neutrófilos.<sup>38</sup>

Su estructura está compuesta por una cápsula que tiene función de resistencia a la fagocitosis y la inhibición de proliferación de células mononucleares. La pared celular está compuesta por peptidoglucanos que ayuda a la bacteria en la estabilidad osmótica e inhibe la fagocitosis, además produce abscesos. Ácido lipoteicoico se une a la fibronectina y proteína A o ácido teicoicos que produce la eliminación de IgG, anticomplemento y su adherencia y la unión a la matriz en la célula del hospedador.<sup>39</sup>

Las toxinas que posee este agente son: Exotoxinas citolíticas. La alfa toxina estafilocócica, que produce la perforación de las membranas celulares llegando a la lisis osmótica. Exotoxinas superantígenos, se encuentra la enterotoxina con sus 6 tipos de antígenos principales A, B, C, D, E y G que producen intoxicación alimentaria (náuseas, vómitos). Toxina síndrome choque toxico 1 causa choque séptico cuando hay bacteriemia y la Exfoliativa (TE) causa el síndrome de piel escaldada en los niños.<sup>40</sup>

Las bacterias habitan en la piel humana, en el sistema respiratorio y digestivo. La patogenicidad se debe a cada cepa mencionada anteriormente, en el cual puede producir una infección respiratoria, infecciones de tejidos blandos y otras enfermedades. La muestra para el diagnóstico se realiza con muestra de esputo, hemocultivo, aspirado traqueal y líquido cefalorraquídeo. Debido a las cepas *S. aureus* son resistentes a betalactámicos y se emplea penicilinas resistentes como oxacilina, cloxacilina o meticilina. Si hay una resistencia a estos medicamentos se denomina multiresistentes y se debe emplear un tratamiento de amplio espectro y efectividad como vancomicina y otras.<sup>41</sup>

La *Escherichia Coli* pertenece a la familia enterobacteriaceae, son bacilos Gram negativos, formadores de esporas, lipopolisacáridos es el principal antígeno de la pared celular y se compone de 3 capas: Polisacarido O, Polisacarido central y lípido A. Su estructura está formada por una membrana interna, el espacio periplasmático y una membrana externa.<sup>42</sup>

La membrana interna está conformada por una bicapa fosfolípida, proteínas que permiten el paso de sustancias al citoplasma, el espacio periplasmático está formado por una capa de peptidoglucanos y uniones de comunicación con el espacio exterior al interior. La patogenicidad de *E. coli* y sus exotoxinas son las que producen enfermedades gastrointestinales, infecciones urinarias, septicémicas.<sup>43</sup>

La planta de Aloe vera se originó en Arabia, el significado de su término en árabe (alloe), contiene una sustancia brillante y amarga. En la región americana fue introducida por Cristóbal Colón y España contaba con plantaciones probablemente dejadas por los musulmanes. Entre sus características su altura es de 50 a 70 cm y están unidas hacia el extremo, posee un tallo de 30 a 45 cm de longitud, borde espinoso dentado y propiedad xerófila que significa crecer en hábitat con poca agua, a la vez que posee tejidos para almacenar agua.<sup>44</sup>

El aloe vera ha sido utilizado desde periodos antiguos como medicina tradicional en diversas enfermedades como lesiones y trastornos. Se ha establecido algunos efectos beneficiosos relacionado con sus propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y antibacterianas.<sup>3</sup>

Su estructura se compone de raíz, tallo, hojas y flores. La droga se encuentra en las hojas, están formadas por exocarpio o corteza que pertenece en un aproximado de 20 al 30% de su peso y el parénquima, también llamado como gel o pulpa que forma 65 al 85% aproximado de su peso total. Entre estas dos estructuras se encuentra los conductos de aloína o látex, donde circula la savia conocida como acíbar que es producido por células pericíclicas que contiene antraquinonas y glucósidos. La aloína es una antraquinona procedente del aloe-emodina y la glucosa.<sup>45</sup>

Para la extracción de propiedades químicas del aloe vera se debe elegir un disolvente para obtener un buen rendimiento, dentro de los cuales se pueden emplear como disolventes el N hexano, cloroformo, diclorometano, acetona, etanol. Para las antraquinonas libres desglicosiladas se realizan con disolventes menos polares y para antraquinonas glicosiladas se usa disolventes con más polaridad o potencia como el metanol, etanol y agua. En cuanto a las técnicas usadas para la extracción de propiedades químicas la más utilizada es la maceración.<sup>46</sup>

En la hoja del aloe vera sus principios activos fenólicos se clasifican en dos grupos: antraquinonas, en este grupo están la barbaloina, isobarbaloina y aloemidina y cromonas donde se encuentra la lignina. Las antraquinonas son compuestos aromáticos que ejercen sobre las bacterias Gram positivos, negativos y virus. Además, que la lignina ayuda que ingrese con mayor facilidad para potenciar sus efectos.<sup>47</sup>

El principio activo de las antraquinonas aloe emodina tiene como mecanismo de acción la inhibición de la pared celular (desestabilización). También tiene la capacidad de unirse al grupo fosfato del ADN e intercalarse en pares de bases de hélice de ADN, con lo cual afectaría la replicación y la transcripción, reprimiría la expresión e incluso conduciría a la muerte celular. Su utilidad depende de las propiedades moleculares (efecto estético, pH y polaridad de del grupo).<sup>48</sup>

La 1,8 dihidroxi antraquinona, este principio activo interacciona con la pared celular y la membrana celular de las bacterias, aumentando la permeabilidad de su envoltura y provocando la fuga de citoplasma y destrucción de la célula.<sup>49</sup>

El acemanano que contiene el aloe vera ayuda en el refuerzo del sistema inmunitario, favoreciendo la estimulación de leucocitos fagocíticos, aumenta la fagocitosis por macrófagos, células killer y a los anticuerpos contra las infecciones de bacterias tanto Gram positivas como Gram negativas.<sup>50,51</sup>

Las fracciones C y D de extracto de etanol de aloe vera que presentaron mayor efectividad antimicrobiana se identificaron el pyrocatecol que es un fenol hidroxilado por ser tóxico para los microorganismos, también desnaturaliza las proteínas y alteran las membranas celulares. Dentro del pyrocatecol se han identificado el ácido

cinámico el cual inhibe la captación de glucosa y la formación de ATP en las células bacterianas, ácido p-cumárico aumenta la fase de retraso del microorganismo y el ácido ascórbico inhibe los microorganismos al actuar en las membranas celulares impidiendo su formación e inhibiendo la actividad enzimática o mecanismos genéticos.<sup>32</sup>

Otro mecanismo que se encontró de las antraquinonas son por medio de la polihidroxiantraquinona hidroximodina (OHM), que inhibía la detección de quórum (QS) la cual controla el factor de virulencia, el cual es primordial para causar infecciones de la piel por *Staphylococcus aureus* a través de su inhibición de la QS, Además se asoció a un aclaramiento bacteriano y reducciones en la transcripción y expresión de citosinas inflamatorias en el lugar de la infección. Por otro lado, mejoró la respuesta inmune del huésped y limita la inflamación.<sup>52</sup>



### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación que se utilizó fue observacional y el diseño descriptivo simple (revisión).<sup>53</sup>

#### 3.2. Variables

Las variables planteadas fueron:

Extracto etanólico de *aloe vera*.

Actividad antimicrobiana, volumen y solvente utilizado sobre *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*.

#### 3.3. Población, muestrea y muestreo

La población estuvo conformada por todos los artículos de investigación originales obtenidos de las diferentes bases de datos como EBSCOhost, Pubmed, Scopus, Science Direct y Cochrane, que relataron la actividad antimicrobiana del extracto etanólico *Aloe vera* o *Aloe barbadensis miller* en *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*, además se evidenció que cumplan con los criterios de inclusión e exclusión.

Criterios de inclusión estuvieron conformados por:

- Artículos científicos que fueron encontrados en la base de datos con las siguientes palabras claves: Antibacterianos, *Aloe vera*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y Antibacterials, *Aloe*.
- Artículos científicos encontrados desde el año 2006 al 2021.
- Artículos científicos, donde la técnica utilizada fue in vitro con extracto etanólico de aloe vera sobre *Staphylococcus aureus* e *Escherichia Coli*.
- Se utilizaron artículos originales, tesis y revisiones sistemáticas.
- Se incluyó todo artículo original sobre el efecto antimicrobiano del extracto etanólico de aloe vera sobre *S. aureus* y *E. coli*, además de el volumen utilizado, así como el empleo de la metodología de difusión (técnica Kirby

Bauber) y la metodología de dilución (posos de agar), obteniendo en sus resultados la zona de inhibición (mm) y concentración mínima inhibitoria (mg/ml) respectivamente.

- Se utilizó toda referencia bibliográfica en otro idioma aparte del español como inglés, portugués, indostánico.

En criterios de exclusión estuvieron conformados por:

- Todos los artículos científicos que en sus resultados utilizaron método de bioautografía y análisis conductimétrico, además que en sus resultados se expresaron en % y decilitros.
- Artículos que no contaron con la metodología para evaluar la actividad antimicrobiana, como el método de difusión e dilución.

Muestra: Artículos seleccionados de las diferentes bases de datos mencionadas.<sup>54</sup>

Muestreo: No aleatorio.<sup>55</sup>

Unidad de análisis: Todo artículo o estudio de investigación que cumplió con los criterios de inclusión.

### 3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas que se utilizaron en la base de datos para obtención de artículos constaron de descriptores de ciencia de salud (DeCS) en español e inglés tales como: Antibacterianos, *Aloe vera*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y Anti bacterial agents, Aloe, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* respectivamente.

También se utilizaron los encabezados de materias médicas (MeSH) proporcionados por la base de datos de Pubmed como: Antibacterial Agents, Antibiotic, Anti-Bacterial Compound, Aloe vera, Aloe, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*.

En caso de no encontrar información necesaria en la base de datos se reformularon las palabras clave de acuerdo a cada regla establecida por las bases de datos o se realizó una búsqueda avanzada.

### 3.5. Procedimientos

La recopilación de información se realizó en las bases de datos anteriormente mencionados, por medio de una búsqueda avanzada con descriptores clave los cuales abarcaron información sobre la actividad antimicrobiana del extracto etanólico de aloe vera sobre *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*. Se utilizaron los descriptores de inclusión e exclusión, teniendo presente el año de publicación, tipo de estudio, la presencia de bacterias y los resultados.

Los artículos de investigación obtenidos fueron observados tanto los títulos y los resúmenes para comprobar si cumplen con el objetivo, además fueron exportados al software de Mendeley 1.13.8 para comprobar cuales estuvieron duplicados y obtener las referencias bibliográficas. Cada referencia bibliográfica comparó su resultado sobre la actividad antimicrobiana óptima, siendo igual o mayor a 22 mm para *Staphylococcus aureus* y 18 mm para *Escherichia coli* en la zona de inhibición, (Hernandez, et al).<sup>59</sup> Al no encontrar una referencia sobre la actividad antimicrobiana óptima en CIM se integró todos los estudios.

Cada referencia bibliográfica fue revisada por un revisor independiente, evaluando los títulos, los resúmenes y decidiendo que artículo fue más idóneo para integrarlo. Posteriormente cada artículo fue ordenado de acuerdo al año, del más reciente al más antiguo separando desde el nivel internacional al nacional. Siendo revisados minuciosamente para sacar la idea más importante o datos.

### 3.6. Métodos de análisis de datos

El análisis de datos fue descriptivo, organizado en tablas donde se determinaron los resultados de la actividad antimicrobiana del extracto etanólico de aloe vera en la zona de inhibición, concentración mínima inhibitoria y su volumen, dividido en autores, población, diseño de estudio, para realizar una discusión y luego una conclusión.

### 3.7. Aspectos éticos

Se cumplió con el código de ética planteado por la universidad Cesar Vallejo, donde se respeta, los principios generales y éticos. Por ser este un estudio de diseño

simple de artículos, no se necesitó de solicitudes a hospitales, colegios, encuestas o entrevistas a personas para recaudar información.<sup>56</sup>

#### IV. RESULTADOS

Se aplicaron los descriptores de ciencias de salud en las bases de datos, encontrándose un total de 223 artículos, de los cuales correspondió: 120 EBSCOhost, 60 PubMed, 30 Science Direct, 22 Scopus y 1 Cochrane. Fueron excluidos 140 artículos por ser duplicados o repetidos obteniendo un resultado de 93 artículos, del resultado que se obtuvo se revisó los títulos y los resúmenes para determinar si concuerdan con el objetivo del estudio, además, verificar si cumplieron con los criterios de inclusión e exclusión como artículos no mayores de 15 años, que los resultados concuerden con las zonas de inhibición en mm, concentración inhibitoria mínima (CIM) en miligramos por mililitros y que todos utilicen como sustancia el extracto etanólico de aloe vera, luego se eliminó 63 artículos, obteniendo un resultado de 30 artículos.

De los 30 artículos, se excluyeron aquellos que no contaba con una actividad antimicrobiana optima (zona de inhibición menor 18 mm para E. coli y menor a 22 mm para S. aureus), se incluyeron todo artículo que contaba con CIM y también que contaban con metodología de difusión y dilución. Descartando 22 artículos, quedando 8 artículos incluidos.

Figura 1: Flujoograma de búsqueda por descriptores de ciencia de salud.

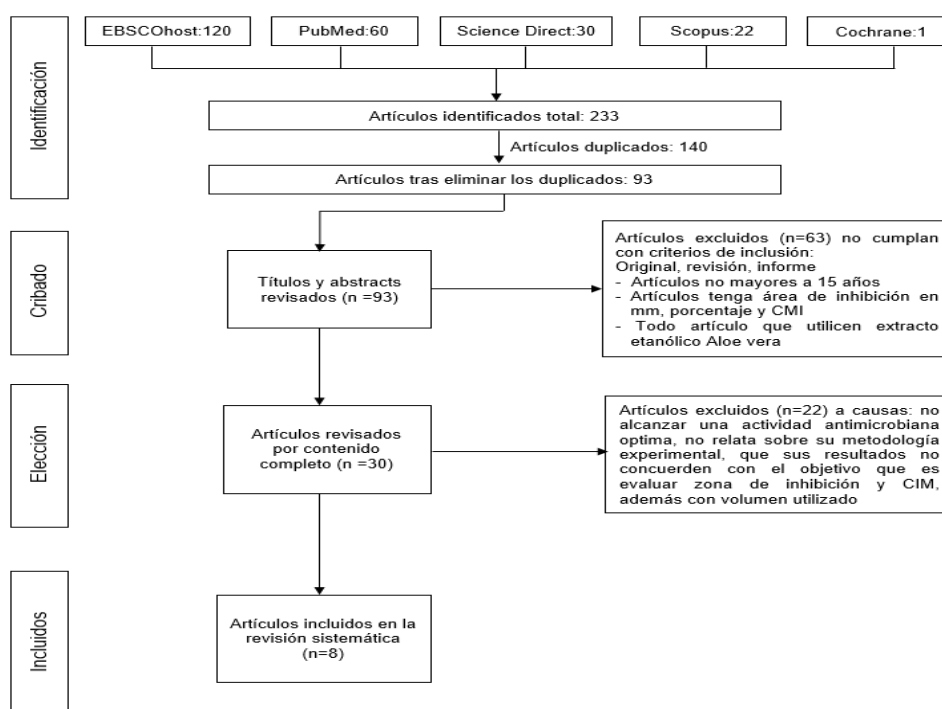


Tabla 1: Referencia bibliográficas sobre los artículos incluidos que relatan sobre la evaluación.

N°	Autor	Lugar	Año	Diseño	Resultados Escherichia Coli (mm)	Resultados Staphylococcus aureus (mm)	Resultados Escherichia Coli (µg/ml)	Resultados Staphylococcus aureus (µg/ µL)
1	Azabache et al. <sup>13</sup>	Perú	2020	Experimental	25	-	-	-
2	Danish P. et al. <sup>14</sup>	Pakistan	2020	Experimental	18	14	-	-
3	Hussein I, et al. <sup>16</sup>	Nigeria	2020	Experimental	24	0	-	-
4	Njenga P, et al. <sup>17</sup>	Kenya	2018	Experimental	23	22	0.40	0.20
5	Begum et al. <sup>57</sup>	Bangladesh	2016	Experimental	12,5	22	-	-
6	Tamilarasi, et al. <sup>58</sup>	Chennai	2014	Experimental	22	23	-	-
7	Roger, et al. <sup>28</sup>	Sur África	2013	Experimental	-	-	< 2.0	2.0
8	Ruchi, et al. <sup>31</sup>	India	2010	Experimental	9	22	0.5	10

La tabla refiere que se incorporó 8 artículos, ordenado por año, diseño, diámetro de inhibición en mm y concentración mínima inhibitoria en microgramos/mililitros.

*Actividad antimicrobiana del extracto etanólico de aloe vera en zona de inhibición, volumen y solvente sobre Staphylococcus aureus y Escherichia coli.*

Para responder el primer objetivo se recopiló información en los 8 artículos mencionados en el apartado anterior, de la actividad antimicrobiana del extracto etanólico de aloe vera en zona de inhibición (en mm) sobre *Staphylococcus aureus*, el volumen en µL (microlitro) y solvente utilizado, los resultados se representan en la siguiente tabla:

Tabla 2: La actividad antimicrobiana del extracto etanólico de aloe vera en zona de inhibición, volumen y solvente utilizado en *Staphylococcus aureus* ( $\geq 22$  mm)

<b>STAPHYLOCOCCUS AUREUS</b>						
N°	Autor/Año	Tamaño	Volumen µL	Solvente utilizado de etanol	Zona de inhibición (mm)	Media (mm)
1	Njenga P, et al./2018	12 cepas de S.	100	95% (300ml)	22	22,25

aureus					
2	Begum, et al./ 2016	07 cepas de S. aureus	100	95% (300ml)	22
3	Tamilarasi L, et al. /2014	03 cepas de S. aureus	200	99%(200ml)	23
4	Ruchi P, et al./ 2010	03 cepas de S. aureus	10	95%(300ml)	22

La tabla 2, muestra la actividad antimicrobiana del extracto etanólico de aloe vera. La de mayor zona de inhibición fue de Tamilarasi et al., con 23 mm, el volumen utilizado fue de 200 µL y solvente de etanol fue de 99% (200ml). Begum et al., y Njenga et al., donde utilizaron un volumen de 100 µL y solvente de 95% (300ml) obtuvieron 22 mm zona de inhibición. Ruchi et al., con un volumen de 10 µL y solvente de 95% (300ml) obtuvo 22 mm de zona de inhibición. La media para la zona de inhibición es 22,25 mm.

Los estudios sobre la actividad antimicrobiana del extracto etanólico de aloe vera en zona de inhibición (en mm), volumen en µL y solvente utilizado sobre *Escherichia coli*, se presenta en esta tabla 3:

Tabla 3: La actividad antimicrobiana del extracto etanólico de aloe vera en zona de inhibición, volumen y solvente utilizado en *Escherichia coli* ( $\geq 18$  mm)

<i>ESCHERICHIA COLI</i>						
Nº	Autor/Año	Tamaño	Volumen µL	Solvente utilizado de etanol	Zona de inhibición (mm)	Media (mm)
1	Azabache H, et al./2020	50 cepas de <i>Escherichia coli</i>	10	96%(200ml)	25	22,4
2	Danish P, et al./ 2020	04 cepas de <i>Escherichia coli</i>	30	99%(10 ml)	18	
3	Hussein I, et al./ 2020	10 cepas de <i>Escherichia coli</i>	100	100%(200ml)	24	
4	Njenga P, et al./2018	12 cepas de <i>Escherichia coli</i>	100	95% (300ml)	23	

coli					
5	Tamilarasi L, et al. / 2014	03 cepas de escherichia coli	200	99%(200ml)	22

En la tabla 3, Azabache et al., con un volumen de 10  $\mu\text{L}$  y un solvente de 96% (200ml) obtuvieron una ZI de 25 mm. Seguido de Hussein et al., y Njenga et al., donde con un volumen de 100  $\mu\text{L}$  y un solvente de 100%(100ml) e 95% (300ml) obtuvieron 24 y 23 mm. Tamilarasi et al. obtuvo 22 mm a un volumen de 200  $\mu\text{L}$  y un solvente de 99%(200ml). Danish et al. obtuvo 18 mm a un volumen de 30  $\mu\text{L}$  y solvente de 99% (10ml). La media para la zona de inhibición es de 22,4 mm.

*Actividad antimicrobiana del extracto etanólico de aloe vera en concentración mínima inhibitoria, volumen y solvente utilizado en Staphylococcus aureus y Escherichia coli.*

Para responder el segundo objetivo se analizó información de los 8 artículos, de la actividad antimicrobiana del extracto etanólico de aloe vera en concentración inhibitoria mínima en  $\mu\text{g/ml}$  sobre *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*, además el volumen en  $\mu\text{L}$  (microlitro) y solvente utilizado, los resultados se representan en la siguiente tabla:

Tabla 4: La actividad antimicrobiana del extracto etanólico de aloe vera en concentración inhibitoria mínima (CIM), volumen y solvente utilizado en *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*.

<b>STAPHYLOCOCCUS AUREUS</b>					
Autor/Año	Tamaño	Volumen $\mu\text{L}$	Solvente utilizado de etanol	CIM $\mu\text{g}/\mu\text{L}$	Media $\mu\text{g}/\mu\text{L}$
Roger C, et al./2013	3 cepas de S aureus	100	95%(300ml)	2	
Ruchi P, et al. / 2010	03 cepas de S. aureus	10	95%(300ml)	0,5	0,96
Njenga P, et al	12 cepas de S. aureus	100	95%(300ml)	0,20	
<b>ESCHERICHIA COLI</b>					
Roger C,	3 Cepas de	100	95%(300ml)	3	4,46



et al./ 2013	S. Aureus			
Ruchi P,et al./2010	03 cepas de S. aureus	10	95%(300ml)	10
Njenga P, et al	12 cepas de E. coli	100	95%(300ml)	0,40

En la tabla 4 se encontró que la CIM óptima de actividad antimicrobiana fue Njenga et al. con 0,20  $\mu\text{g} / \mu\text{L}$  a un volumen de 100  $\mu\text{L}$  y solvente de 95%(300ml), seguido de Ruchi et al. con 0,5  $\mu\text{g} / \mu\text{L}$  a un volumen de 10  $\mu\text{L}$  y solvente de 95%(300ml). Además, Roger et al. con 2  $\mu\text{g} / \mu\text{L}$  a un volumen de 100  $\mu\text{L}$ . La media sobre el *Staphylococcus aureus* fue de 0,96  $\mu\text{g} / \mu\text{L}$ .

En la tabla N 4 se encontró CIM optima actividad antimicrobiana fue Njenga et al. con 0,40  $\mu\text{g} / \mu\text{L}$  a un volumen de 100  $\mu\text{L}$  y solvente de 95%(300ml), seguido Roger et al con 3  $\mu\text{g} / \mu\text{L}$  a un volumen 100  $\mu\text{L}$  y solvente de 95%(300ml). Finalmente, Ruchi et al. con 10  $\mu\text{g} / \mu\text{L}$  a un volumen de 10  $\mu\text{L}$  y solvente de 95%(300ml). La media sobre *Escherichia coli* fue de 4,46  $\mu\text{g} / \mu\text{L}$ .

## V. DISCUSIÓN

La actividad antimicrobiana del extracto etanólico del aloe vera se encontró en 8 artículos, y sus métodos utilizados fueron: Difusión (zona de inhibición) y Dilución (CIM). Se encontró 4 artículos sobre la actividad antimicrobiana, su volumen y solvente para *Staphylococcus aureus*; además se encontraron 5 artículos de la actividad antimicrobiana, su volumen y solvente para *Escherichia coli*. En el método de dilución (CIM) se encontró en 3 artículos para ambas bacterias.

La actividad antimicrobiana óptima del extracto etanólico de aloe vera sobre *Staphylococcus aureus* se evidencia en la tabla 2 que en 4 artículos se describe, que existe una zona de inhibición que varía desde 22 a 23 mm siendo óptimo de  $\geq 22$  mm (Hernandez et al.). Además, se encontró que, a mayor volumen y solvente utilizado mejor zona de inhibición, como evidencia el estudio de Tamilarasi et al., donde obtuvo 23 mm de zona de inhibición con un volumen de 200  $\mu$ L y solvente de etanol de 99% (200ml) utilizado, lo mismo esto cumple para los siguientes artículos como Njenga et al., y Begum et al., donde a un volumen utilizado de 100  $\mu$ L y etanol de 95% (300ml) obtuvieron una zona de inhibición de 22 mm para ambos. Esto demuestra que el aumento de la zona de inhibición es proporcional al aumento del solvente y dosis utilizada del extracto etanólico de aloe vera comprobando susceptibilidad en los hallazgos encontrados. Ruchi et al., donde utilizando el mismo solvente de 95% (300ml) y 10  $\mu$ L obtuvo 22 mm, además se su solvente a los gramos de planta utilizada. Se evidencio que la media de la actividad antimicrobiana del extracto etanólico sobre *Staphylococcus aureus* es de 22,35 mm demostrando que existe una actividad antimicrobiana con este extracto sobre esta bacteria .<sup>17,57,58,22</sup>

La actividad del extracto etanólico de aloe vera se debe a los principios bioquímicos o fitoquímicos que posee la planta que actúan como agente antiséptico, entre los posibles mecanismos planteados se sugieren que es debido a su principio activo la antraquinona, el aloe emodina actúa inhibiendo la pared celular de la bacteria actuando como desestabilizador entre su bicapa, a la vez suele unirse al grupo fosfato del ADN inhibiendo la replicación y transcripción produciendo la muerte bacteriana, también debido a su estructura polifenólica inhibe la síntesis de proteínas de la célula bacteriana.<sup>48,49,50,51</sup>

La actividad antimicrobiana óptima del extracto etanólico de aloe vera sobre *Escherichia coli* se evidencia en la tabla 3 que en 5 artículos se describe, que existe una zona de inhibición que varía desde 18 mm hasta 25 mm siendo óptimo para Hernandez et al. una zona de inhibición > 18 mm.<sup>13,14</sup>

Se evidencia que no existe una concordancia con el volumen y concentración de etanol utilizado sobre *Escherichia coli* para obtener mayor zona de inhibición, esto lo demuestra Azabache et al., donde a un menor volumen de 10 µL y menor concentración de etanol de 96% (200 ml) obtuvieron 25 mm de zona de inhibición (ZI), a diferencia de Hussein et al., donde utilizaron volumen de 100 µL y una concentración de etanol de 100% (200ml) obtuvieron 24 mm ZI menos.<sup>13,14</sup>

También lo presenta Danish et al., donde a un volumen de 30 µL y una concentración de 99% (10ml) obtuvieron una ZI de 18 mm a diferencia de Tamilarasi et al., donde a un volumen de 200 µL y concentración de etanol de 99% (200 ml) obtuvieron 22 mm de ZI. Njenga et al., con un volumen igual que Hussein et al, y concentración de etanol de 95% (300ml) obtuvieron 23 mm de ZI siendo una diferencia de 1 mm ZI entre estos 2 artículos.<sup>13,14,31</sup>

Asimismo, se evidencia que mayor volumen utilizado menor resultado en zona de inhibición, como observamos Tamilarasi et al. donde a un volumen de 200 µL y concentración de etanol de 99%, presentó una zona de inhibición de 22 mm. En un volumen de 100 µL se observó una actividad óptima, como Hussein et al, y Njenga et al. donde obtuvieron una zona de inhibición de 24 y 23 mm respectivamente. Esto se contradice con Begum et al. donde utilizando el mismo volumen de 100 µL obtuvo una zona de inhibición de 12,5 mm siendo no óptimo como actividad antimicrobiana (menor de 18 mm). Observando el análisis estadístico de la media se encontró que el extracto etanólico de aloe vera y el volumen utilizado sobre *Escherichia coli* fue de 22,4 mm siendo un valor óptimo para la actividad antimicrobiana.<sup>16,17,57,58</sup>

Un fundamento del porque los resultados son diferentes según el mismo volumen o menos, es que cabe señalar que el diámetro de halo de inhibición se ve afectado por varios factores como: el medio donde se realizó la prueba, capacidad del

compuesto en difusión, tiempo del microorganismo y el periodo de incubación cualesquiera de estos factores pueden alterar el resultado de la prueba.<sup>38</sup>

La actividad antimicrobiana óptima del extracto etanólico de aloe vera sobre *Staphylococcus aureus* en concentración inhibitoria mínima se evidencia en la tabla 4, pues presenta una concentración inhibitoria mínima que varía desde 0,20 a 2  $\mu\text{g}/\mu\text{L}$ . Njenga et al, con un volumen de 100  $\mu\text{L}$  y concentración de etanol de 95% (300ml) se obtuvo un resultado de 0,20  $\mu\text{g}/\mu\text{L}$ , esto no concuerda con Roger et al, donde a un mismo volumen u concentración de etanol obtuvieron menos actividad antimicrobiana óptima de 2  $\mu\text{g}/\mu\text{L}$ , esto implica que el volumen y concentración de etanol utilizado no tiene proporción con la zona de inhibición, mostrando una variabilidad entre estos datos para *Staphylococcus aureus*.<sup>17,28</sup>

También se evidenció que a menor volumen como Ruchi et al. de 10  $\mu\text{L}$  y concentración de etanol de 95% (300ml) mayor será el resultado de 0,5  $\mu\text{g}/\mu\text{L}$ . La media de la actividad antimicrobiana en concentración inhibitoria mínima fue de 0,96  $\mu\text{g}/\mu\text{L}$  evidenciando optima actividad por ende al ser menor 1 se considera de mayor efecto con el método de dilución.<sup>31</sup>

La actividad antimicrobiana óptima del extracto etanólico de aloe vera sobre *Escherichia coli* en concentración inhibitoria mínima se evidencia en la tabla 4 ya que presenta una concentración inhibitoria mínima (CIM) que varía desde 0,40 a 10  $\mu\text{g}/\mu\text{L}$ . Demostrando una mejor CIM Njenga et al., Donde en un volumen de 100  $\mu\text{L}$  y concentración de etanol de 95% (300ml) se obtuvo 0,40  $\mu\text{g}/\mu\text{L}$ . A sí mismo, se contradice con los resultados encontrados, según Roger et al., en el cual utilizando el mismo volumen y concentración de etanol, se obtuvo una CIM de 3 siendo insuficiente su CIM porque mientras menor sea el resultado mayor actividad antimicrobiana óptima se obtendrá .<sup>18,28</sup>

También no concuerda con Ruchi et, que a menor valor de volumen ,10  $\mu\text{L}$  y una concentración de etanol 95% (300ml), mayor su CIM, donde se obtiene de 10  $\mu\text{g}/\mu\text{L}$ . Además, se encontró que la media de la CIM sobre *Escherichia coli* es 4,46  $\mu\text{g}/\mu\text{L}$ , obteniendo actividad antimicrobiana menos óptima porque supera a 1  $\mu\text{g}/\mu\text{L}$ .<sup>31</sup>

## VI. CONCLUSIONES

- La actividad antimicrobiana del extracto etanólico de aloe vera en zona de inhibición tuvo un promedio de 22,25 mm para *Staphylococcus aureus*, además, el volumen utilizado vario entre 10, 100 y 200  $\mu\text{l}$  y concentración de etanol vario de 95 a 100%.
- La actividad antimicrobiana del extracto etanólico de aloe vera en zona de inhibición fue en promedio de 22,40 mm para *Escherichia coli*, en cuanto al volumen utilizado varía entre 10, 30, 100 y 200  $\mu\text{l}$  y concentración de etanol vario de 95 a 100%.
- Concentración mínima inhibitoria en la actividad antimicrobiana en *Staphylococcus aureus* fue de 0,96  $\mu\text{g/ml}$  y para la *Escherichia coli* fue de 4,46  $\mu\text{g/ml}$ , en volúmenes que varían entre 10 a 100  $\mu\text{l}$  y concentración de etanol fue de 95%.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar más estudios de investigación sobre la actividad antimicrobiana del extracto etanólico de aloe vera en bacterias y/o hongos ya que podría tener un beneficio para salud.
- Por su baja actualización de artículos en el año 2020 a 2021 no se ha encontrado nueva referencia de actividad antimicrobiana en bacterias.
- Se espera que después de esta información se realicen más investigación acerca de esta planta y los principios activos que posee.

## REFERENCIAS

1. Tello G, Flores M G V. Uso de las plantas medicinales del distrito de Quero, Jauja, región Junín, Perú. Ecol Apl [Internet]. 2019 [cited 2021 May 15];18(1):13–20. Available from: <http://dx.doi.org/10.21704/rea.v18i1.1301>
2. Organización Panamericana de la Salud. Situación de las plantas medicinales en Perú [Internet]. Informe de reunión del grupo de expertos en plantas medicinales. OPS. Lima; 2019 [cited 2021 May 15]. Available from: [www.paho.org](http://www.paho.org)
3. Calderón M, Quiñone M, Pedraza J. Efectos benéficos del Aloe en la salud. VERTIENTES [Internet]. 2011 [cited 2021 May 15];14 (2): 53–73. Available from: <https://www.medigraphic.com/pdfs/vertientes/vre-2011/vre112a.pdf>
4. Valderrama S, Cortés J, Caro M. Guía de práctica clínica para el diagnóstico y manejo de las infecciones de piel y tejidos blandos en Colombia. ACIN [Internet]. 2019 [cited 2021 May 15];23 (4): 318 – 346. Available from: <http://www.scielo.org.co/pdf/inf/v23n4/0123-9392-inf-23-04-00318.pdf>
5. Cercenado Emilia. Epidemiología de la infección por Gram positivos resistentes. REQuimipter [Internet]. 2016 [cited 2021 May 15]; 29 (1): 6-9. Available from: [https://seq.es/wp-content/uploads/2015/02/seq\\_0214-3429\\_29\\_sup1\\_2cercenado.pdf](https://seq.es/wp-content/uploads/2015/02/seq_0214-3429_29_sup1_2cercenado.pdf)
6. Organización Mundial de la Salud. La OMS publica la lista de las bacterias para las que se necesitan urgentemente nuevos antibióticos. OMS [Internet]. 2017 [cited 2021 May 15]. Available from: <https://www.who.int/es/news/item/27-02-2017-who-publishes-list-of-bacteria-for-which-new-antibiotics-are-urgently-needed>
7. Herrera V, González J, Iglesias D. Actualización en el manejo de antibióticos en las infecciones superficiales de piel y partes blandas. Scielo [Internet]. 2006 [cited 2021 May 15]; 23 (1): 32 – 34. Available from: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1728-59172006000100007&lng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1728-59172006000100007&lng=es)
8. Sánchez L, Anco K. Artículo de revisión celulitis y erisipela. DERMATOL PERU [Internet]. 2016 [cited 2021 May 15]; 26 (1): 12 – 20. Available from:

- [https://www.dermatologiaperuana.pe/assets/uploads/revista\\_nclp\\_02\\_Articulo\\_de\\_revision\\_26-1.pdf](https://www.dermatologiaperuana.pe/assets/uploads/revista_nclp_02_Articulo_de_revision_26-1.pdf)
9. Alarcon G, Allauca M, Tapia L, Bastidas T. Infección urinaria por Escherichia Coli multi resistente. RECIMUNDO. 2020; 1: 99 – 107. Available from: 10.26820/recimundo/4.
  10. Betrán A, Lavilla M, Cebollada R, et al. Resistencia antibiótica de Escherichia coli en infecciones nosocomiales y adquiridas en la comunidad sector sanitario de Huesca 2016 – 2018. RCMF. 2020; 13 (3): 198 – 202. Available from: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1699695X2020000300198](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1699695X2020000300198)
  11. Salame L, Contreras B, Arias S, et al. Epidemiología de las bacteriemias por Escherichia coli en dos hospitales de tercer nivel de la ciudad de México. An Med. 2018; 63 (2): 91 – 95. Available from: <http://www.medigraphic.com/analesmedicos>
  12. Carbajal P, Salvatierra G, Yareta J, et al. Caracterización microbiológica y molecular de la resistencia antimicrobiana de escherichia coli uropatógenas de hospitales públicos peruanos. RPMESP. 2021; 38 (1): 119 – 123. Available from: <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2021.381.6182>
  13. Azabache H. Efecto antibacteriano del extracto etanólico de Aloe vera (sábila) sobre escherichia coli uropatógena comparado con Amikacina in vitro. REPOSITORIO UCV [Internet]. 2020. Available from: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/58000>
  14. Danish P, Ali Q, Hafeez M, Malik A. Antifungal and antibacterial activity of Aloe Vera plant extract. Biol Clin Sci ResJ. 2020; 4 (1): 1-8. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/340429912\\_ANTIFUNGAL\\_AND\\_ANTIBACTERIAL\\_ACTIVITY\\_OF\\_ALOE\\_VERA\\_PLANT\\_EXTRACT](https://www.researchgate.net/publication/340429912_ANTIFUNGAL_AND_ANTIBACTERIAL_ACTIVITY_OF_ALOE_VERA_PLANT_EXTRACT)
  15. Abdul H, Ali Q, Sajid M, et al. Antibacterial and antifungal activity of Aloe vera plant. Life Science Journal. 2020; 17 (7). Available from: [http://www.lifesciencesite.com/ljs/ljs170720/12\\_36639ljs170720\\_76\\_82.pdf](http://www.lifesciencesite.com/ljs/ljs170720/12_36639ljs170720_76_82.pdf)
  16. Hussein I, Mansur A, Hamza J, et al. Antibacterial activity of Aloe vera gel and ethanolic extracts on some bacterial infectious agents of clinical origin. MJBMB. 2020; 2 (1): 69- 77. Available from: <http://mjbmb.org>



17. Waithaka P, Gathuru E, Githaiga B, et al. Antimicrobial Properties of Aloe vera, Aloe volkensii, and Aloe secundiflora from Egerton University. *Acta Sci Microbiol.* 2018; 1 (5): 6 – 10. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/324390669\\_Antimicrobial\\_Properties\\_of\\_Aloe\\_vera\\_Aloe\\_volkensii\\_and\\_Aloe\\_secundiflora\\_from\\_Egerton\\_University](https://www.researchgate.net/publication/324390669_Antimicrobial_Properties_of_Aloe_vera_Aloe_volkensii_and_Aloe_secundiflora_from_Egerton_University)
18. Ezenwa C, Emukah E, Nnagbo P, et al. Antibacterial effects of Aloe Barbensis Miller (Aloe Vera) leaf extract on some common human pathogens. *Int J Innov Res Dev.* 2018; 7 (1). Available from: [https://www.researchgate.net/publication/324481457\\_Antibacterial\\_Effects\\_of\\_Aloe\\_Barbedensis\\_Miller\\_Aloe\\_Vera\\_Leaf\\_Extract\\_on\\_Some\\_Common\\_Human\\_Pathogens](https://www.researchgate.net/publication/324481457_Antibacterial_Effects_of_Aloe_Barbedensis_Miller_Aloe_Vera_Leaf_Extract_on_Some_Common_Human_Pathogens)
19. Samsudin N, Lee H, Chern P, et al. In vitro antibacterial activity of crude medicinal plant extracts against ampicillin + penicillin resistant Staphylococcus aureus. *IFRJ.* 2018; 25 (2): 573 – 579. Available from: [http://www.ifrj.upm.edu.my/25%20\(02\)%202018/\(17\).pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/25%20(02)%202018/(17).pdf)
20. Hakim Y, Hamza D, Khalil A, Khalid A. Antibacterial effect of aqueous extract of Aloe Vera against the Gram Positive Bacteria Staphylococcus Aureus in Medani City – Geriza – State – Sudan – 2018. *WJPR.* 2018; 7 (12): 18 – 34. Available from: <https://www.journalijdr.com/antibacterial-effect-aqueous-extract-aloe-vera-against-gram-positive-bacteria-staphylococcus-aureus>
21. Yasser Yass. Evaluation of the effectivity of some organic extracts of Aloe vera against some Pathogenic bacteria. *KJPS.* 2018; (14): 42 – 49.
22. Muddassir M, Farheen A, Muddassir A, Farooq B. Biological activities of extracts obtained from natural origin. *PJMHS.* 2018; 12 (4): 1559 -1603.
23. Begum H, Shimmi S, Rowshan M, Khanom S. Effect of Ethanolic extract of Aloe vera gel on certain common clinical pathogens. *Borneo J Med Sci [Internet].* 2016;10(2):19–25. Available from: <https://jurcon.ums.edu.my/ojums/index.php/bjms/article/view/626>
24. Alarcón M, Fraile S, Michelangeli F, et al. Evaluación in vitro de dos extractos de Aloe vera en bacterias patógenas. *Salus.* 2016; 20 (3): 41 – 46. Available from: <http://ve.scielo.org/pdf/s/v20n3/art09.pdf>

25. Karumari J. Antibacterial Activity of Leaf Extracts of Aloe Vera, Ocimum Sanctum and Sesbania Grandiflora against the Gram Positive Bacteria. Asian J Biomed Pharm Sci. 2014;4(35):60–3. Available from: <https://www.alliedacademies.org/abstract/antibacterial-activity-of-leaf-extracts-of-aloe-vera-ocimum-sanctum-and-sesbania-grandiflora-against-the-gram-positive-bacteria-5098.html>
26. Udgire M, Pathade G. Antibacterial Activity of Aloe vera Against Skin Pathogens. Am J Ethnomedicine. 2014;1(3):147–51. Available from: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.679.1670&rep=rep1&type=pdf>
27. Musmeci R, Lezcano M. Acción antimicrobiana del gel de aloe vera sobre staphylococcus aureus, escherichia coli, pseudomonas aeruginosa y candida albicans. Rev sobre Estud e Investig del Saber Académico. 2013;7 (1) 23–27. Available from: <http://repositorio.uni.edu.py/documentos/37-108-1-PB.pdf>
28. Coopoosamy R, Naidoo K. A Comparative Study of Three Aloe Species Used to Treat Skin Diseases in South African Rural Communities. JAAM. 2013; 19 (5): 425- 428. Available from: DOI: 10.1089/acm.2012.0087
29. Kedarnath, Kamble K, Chimkod V, Patil C. Antimicrobial activity of aloe vera leaf extract. Int J Appl Biol Pharm Technol. 2013;4(4):286–90. Available from: [www.ijabbpt.com](http://www.ijabbpt.com)
30. Noreen S, Khan S, Chouhdary S, et al. Evaluation of Aloe vera barbadensis for its antimicrobial, phytochemical and ethnobotanical status. J Med Plants Res. 2012; 6 (49): 5876–80. Available from: <http://www.academicjournals.org/JMPR>
31. Pandey R, Mishra A. Antibacterial activities of crude extract of aloe barbadensis to clinically isolated bacterial pathogens. Appl Biochem Biotechnol. 2010;160(5):1356–61. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19263248/>
32. Lawrence R, Tripathi P, Jeyakumar E. Isolation, purification and evaluation of antibacterial agents from Aloe Vera. Brazilian J Microbiol. 2009;40(4):906–15. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24031440/>

33. Arunkumar S, Muthuselvam M. Analysis of phytochemical constituents and antimicrobial activities of Aloe vera L. against clinical pathogens. World J Agric Sci [Internet]. 2009; 5 (5): 572–6. Available from: [http://www.idosi.org/wjas/wjas5\(5\)/9.pdf](http://www.idosi.org/wjas/wjas5(5)/9.pdf)
34. Agarry O, Olaleye M, Bello M. Comparative antimicrobial activities of aloe vera gel and leaf. African J Biotechnol. 2005;4(12):1413–4. Available from: <https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/71436#:~:text=Antimicrobial%20susceptibility%20test%20showed%20that,inhibitory%20effects%20on%20both%20P.>
35. Bisso andrade A. Fundamentos básicos de la terapia antimicrobiana. RSPMI. 2018; 31 (1): 10–23. Available from: <http://www.medicinainterna.net.pe/sites/default/files/Fundamentos%20ba%CC%81sicos%20de%20la%20terapia%20antimicrobiana%20.pdf>
36. De La Fuente N, Villarreal J, Díaz M, García A. Evaluación de la actividad de los agentes antimicrobianos ante el desafío de la resistencia bacteriana Evaluation of the activity of antimicrobial agents against the challenge of bacterial resistance. Rev Mex Cienc Farm [Internet]. 2015;46(2):7–16. Available from: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcf/v46n2/1870-0195-rmcf-46-02-00007.pdf>
37. Patrick R, Rosenthal K PM. microbiología médica 1. ELSEVIER, editor. 2013.
38. Warren Levison. Microbiología Médica e inmunología. In: MCGRALLHILL, editor. 2008
39. Alivia A, Mera L, Milton L, Vallejo p, Mendoza L CD. Microbiología y salud. 2019.
40. Becerril M, Gonzáles G, Muñoz J, Quiroz O ZL. Microbiología. Wolters Kluwer, editor. 2019.
41. Iserte J. Manual de microbiología y parasitología. Universidad Nacional Arturo Jauretche, editor. 2013.
42. Jawetz, Melnick & AM. Microbiologia Medica. Vol. 53, Journal of Chemical Information and Modeling. 2016. 866 p.
43. Bennett J, Dolin R BM. Enfermedades infecciosas Principios y práctica. ELSERVIE, editor. 2016.

44. Vega G, Ampuero C, Díaz L, Lemus R. El aloe vera (aloe barbadensis Miller) como componente de alimentos funcionales. [Internet]. 2005 Dec [cited 2021 Jun 12]; 32 (3): 208–14. Available from: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-75182005000300005&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182005000300005&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
45. Dominguez R, Vázquez I, Pérez C, et al. El gel de aloe vera: estructura, composición, química, procesamiento, actividad biológica e importancia en la industria farmacéutica y alimentaria. Rev Mex Ing química. 2012;11(1):23–44. Available from: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62024415003>
46. Diaz G, Miranda I, Sartori S, et al. Anthraquinones: An Overview. Stud Nat Prod Chem. 2018;58:313–38.
47. Sánchez E, Castillo S, García P. Actividad antimicrobiana. Investig en plantas importancia médica. 2016;77–100.
48. Malmir M, Serrano R, Silva O. Anthraquinones as Potential Antimicrobial Agents - A Review. Antimicrob Res Nov bioknowledge Educ programs [Internet]. 2017;(August):55–61. Available from: <http://www.formatex.info/microbiology6/book/55-61.pdf>
49. Wei Y, Liu Q, Yu J, Feng Q, Zhao L, Song H, et al. Antibacterial mode of action of 1,8-dihydroxy-anthraquinone from Porphyra haitanensis against Staphylococcus aureus. Nat Prod Res [Internet]. 2015 May 19 [cited 2021 Jun 12];29(10):976–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25259418/>
50. Andrea P, Baquero H, Lorena Y, Castillo N. Efecto del extracto de Aloe vera sobre las características microbiológicas , fisicoquímicas , físicas y sensoriales de la cuajada. CU. 2018; Available from: [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_alimentos/266](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/266)
51. Kumar S, Jakhar D, Singh R. Evaluating Antimicrobial activity of Aloe vera Plant Extract in Human Life. Biomed J Sci Tech Res. 2017;1(7):1854–6. Available from: 10.26717/bjstr.2017.01.000565
52. Fouillaud M, Caro Y, Venkatachalam M, et al. Anthraquinones. PCFCA. 2018; 130 – 170. Available from: <https://hal.univ-reunion.fr/hal-01657104>
53. Schemelkes C, Elizondo N. Manual para la presentación de anteproyectos e informes de investigación. 3ra ed. OXFORD;2012 pp 70.

54. Carillón Eucario. Las fases del proyecto de investigación. 1ra ed. INGES. Colombia; 2018. Pp 67.
55. Fernández C, Baptista P. Metodología de la investigación. 6ta ed. Mc Graw Hill: Mexico; 2014. Pp 170.
56. Universidad Cesar Vallejo. Código de ética en investigación de la universidad César Vallejo. 2017. Available from: <https://www.ucv.edu.pe/datafiles/C%C3%93DIGO%20DE%20%C3%89TICA.pdf>
57. Begun H, Choudhury S, Mazedra M, et al. Effect of Ethanolic extract of Aloe vera gel on certain common clinical pathogens. BJMS. 2016 10 (2). pp: 19 - 25. Available from: <https://jurcon.ums.edu.my/ojums/index.php/bjms/article/view/626>
58. Tamilarasi L, Balasubramanian E. IN-VITROANTIBACTERIAL EFFICACY OF ALOE VERA (ALOE BARBADENSIS MILLER, 1768) LEAF AND GEL IN DIFFERENT EXTRACTS AGAINST SOME SELECTED PATHOGENIC BACTERIA. IJPT. 2014 6 (1). pp: 6213 -6223. Available from: ISSN: 0975-766X
59. Hernández B, Nieto Y, Efecto de aloe vera sobre las características microbiológicas, fisicoquímicas, físicas y sensoriales. Retrieved. 2018 from: <https://ciencia.lasalle.edu.com>

## ANEXOS

### Anexo N° 1: Matriz de consistencia

Título: Eficacia antimicrobiana del extracto etanólico del *Aloe barbadensis miller* en *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*

	<b>Formulación del problema</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Variables</b>	<b>Método</b>
G1	¿Cuál es la actividad antimicrobiana del extracto etanólico Aloe vera en zona de inhibición, el volumen y solvente utilizado sobre <i>Staphylococcus aureus</i> y <i>Escherichia coli</i> ?	Identificar la actividad antimicrobiana del extracto etanólico de Aloe vera en zona de inhibición, el volumen y solvente utilizado sobre <i>Staphylococcus aureus</i> y <i>Escherichia coli</i> .	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Extracto etanólico de Aloe vera.</li> <li>• Actividad antimicrobiana, el volumen y solvente utilizado sobre <i>Staphylococcus aureus</i> y <i>Escherichia coli</i>.</li> </ul>	<p>El tipo de investigación es aplicado y el diseño de investigación es descriptivo simple.</p> <p>Se realizó una búsqueda EBSCOhost, Pubmed, Scopus, Science Direct y Cochrane</p>
G2	¿Cuál es la actividad antimicrobiana del extracto etanólico Aloe vera en la concentración mínima inhibitoria, volumen y solvente utilizado sobre	Identificar la actividad antimicrobiana del extracto etanólico de aloe vera en concentración mínima inhibitoria, volumen y solvente utilizado sobre		

	<i>Staphylococcus aureus</i> y <i>Escherichia coli</i> ?	utilizado sobre <i>Staphylococcus aureus</i> y <i>Escherichia coli</i> .		
--	--	--	--	--