

NOMBRE DEL TRABAJO

EFECTO ANTIBACTERIANO IN VITRO DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE ALLIUM SATIVUM “AJO”  
SOBRE STAPHYLOCOCCUS AUREUS

RECUENTO DE PALABRAS

**9128 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**53348 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**51 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**6.2MB**

FECHA DE ENTREGA

**Jun 5, 2023 10:49 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Jun 5, 2023 10:50 AM GMT-5****● 22% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 21% Base de datos de Internet
- 3% Base de datos de publicaciones

**● Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 20 palabras)

ASESOR:

Mg. Churango Valdez, Javier

AUTORES:

Bach. Gonzales Gonzales, Manuel Exaltación

Bach. Farroñán Sánchez, Liliana



**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS FARMACÉUTICAS Y  
BIOQUÍMICA**

**TESIS  
EFECTO ANTIBACTERIANO IN VITRO DEL EXTRACTO  
ETANÓLICO DE ALLIUM SATIVUM “AJO” SOBRE  
STAPHYLOCOCCUS AUREUS**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
QUÍMICO FARMACÉUTICO**

**AUTORES:**

Bach. Gonzales Gonzales, Manuel Exaltacion

Bach. Farroñan Sanchez, Liliana

**ASESOR:**

Mg. Churango Valdez, Javier

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Recursos Naturales

**Huancayo – Perú**

**2023**

## **JURADO DE SUSTENTACIÓN**

### **PRESIDENTE:**

Mg. Diaz Uribe, Julio Luis

### **MIEMBRO SECRETARIA:**

Mg. Solgorre Contreras, Enrique Juan

### **MIEMBRO VOCAL:**

Mg. Churango Valdez, Javier Florentino

### **MIEMBRO SUPLENTE:**

Mg. Cano Perez, Carlos Alfredo

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, **Manuel Exaltación Gonzales Gonzales**, de Nacionalidad Peruana, identificado con **DNI N.º 40471825**, de la Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt, Bachiller en Farmacia y Bioquímica, autor de la tesis titulada. **“EFECTO ANTIBACTERIANO *IN VITRO* DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE *Allium sativum* “AJO” SOBRE *Staphylococcus aureus*”**

Declaro bajo juramento

QUE TODA LA INFORMACIÓN DADA Y PRESENTADA ES AUTÉNTICA Y VERAZ, siendo hecho y resultado de mi esfuerzo personal, que no ha sido copiado o plagiado, que no se ha utilizado formulaciones ni ideas e ilustraciones diversas, sacadas de algún libro, artículo, tesis, etc., sin mencionar de forma clara y exacta su origen o autor. En este sentido soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, son objeto de sanciones universitarias y/o legales.

**Huancayo, 25 de marzo del 2023**



---

Manuel Exaltación Gonzales Gonzales

40471825



**HUELLA DIGITAL**

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, **Liliana Farroñán Sánchez**, de Nacionalidad Peruana, identificado con **DNI N.º 43232406**, de la Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt, Bachiller en Farmacia y Bioquímica, autor de la tesis titulada. **“EFECTO ANTIBACTERIANO *IN VITRO* DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE *Allium sativum* “AJO” SOBRE *Staphylococcus aureus*”**

Declaro bajo juramento

QUE TODA LA INFORMACIÓN DADA Y PRESENTADA ES AUTÉNTICA Y VERAZ, siendo hecho y resultado de mi esfuerzo personal, que no ha sido copiado o plagiado, que no se ha utilizado formulaciones ni ideas e ilustraciones diversas, sacadas de algún libro, artículo, tesis, etc., sin mencionar de forma clara y exacta su origen o autor. En este sentido soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, son objeto de sanciones universitarias y/o legales.

**Huancayo, 25 de marzo del 2023**



---

**Bach. Liliana Farroñán Sánchez**



**HUELLA DIGITAL**

## ÍNDICE

“JURADO DE SUSTENTACIÓN” .....	ii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD .....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD .....	iv
Índice .....	v
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT .....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	10
II. MÉTODO.....	19
2.1. Tipo y diseño de investigación.....	19
2.2. Operacionalización de las variables .....	20
2.3. Población, muestra y muestreo <sup>24</sup> .....	20
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	21
2.5. Procedimiento .....	21
2.6. Método de Análisis de datos.....	22
2.7. Aspectos éticos .....	22
III. RESULTADOS.....	23
IV. DISCUSIÓN.....	29
V. CONCLUSIONES.....	33
VI. RECOMENDACIONES.....	34
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS: .....	35
Anexo 1. Matriz de Consistencia.....	40
Anexo 2. Operacionalización de las variables .....	41
Anexo 3. Ficha de recolección de datos.....	42
Anexo 4. Certificado de la cepa <i>Staphylococcus aureus</i> .....	43
Anexo 5. Base de datos – SPSS versión 26.....	45
Anexo 6. Fotografías de la parte experimental .....	46

## Índice de tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Identificación de los metabolitos secundarios contenidos en el extracto etanólico de <i>Allium sativum</i> “ajo”.....	23
Tabla 2. Efecto antibacteriano <i>in vitro</i> del extracto etanólico de <i>Allium sativum</i> “ajo” a una concentración de 100%, 75% y 50% sobre <i>Staphylococcus aureus</i> . .....	24
Tabla 3. Efecto antibacteriano <i>in vitro</i> del extracto etanólico de <i>Allium sativum</i> “ajo” con ciprofloxacino sobre <i>Staphylococcus aureus</i> .....	25
Tabla 4. Prueba de distribución normal para cada grupo de tratamientos .....	26
Tabla 5. Prueba de homogeneidad de varianzas (Levene) .....	27
Tabla 6. Análisis de la varianza (ANOVA) .....	27
Tabla 7. Análisis por sub grupos homogéneos mediante la prueba de Tukey .....	28

## Índice de gráficos

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Efecto antibacteriano <i>in vitro</i> del extracto etanólico de <i>Allium sativum</i> “ajo” a una concentración de 100%, 75% y 50% sobre <i>Staphylococcus aureus</i> .....	25
Figura 2. Preparación de la muestra .....	46
Figura 3. Maceración de la muestra .....	46
Figura 4. Preparación de los extractos.....	47
Figura 5. Activación de la cepa.....	48
Figura 6. Preparación del inóculo.....	49
Figura 7. Preparación de pozos en agar.....	49
Figura 8. Aplicación de los extractos .....	50
Figura 9. Incubación de placas .....	50
Figura 10. Recolección de datos.....	51



## RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar el efecto antibacteriano *in vitro* del extracto etanólico de *Allium sativum* “ajo” sobre *Staphylococcus aureus*.

**Metodología:** La presente investigación se basó en un modelo cuantitativo, de corte transversal y prospectivo, con modelo experimental y grupos control; la población de estudio estuvo conformada por *Allium sativum* (ajo) del cual se consideró una muestra 3kg. que cumplió con los criterios de inclusión y exclusión, la evaluación microbiológica se realizó mediante la técnica de difusión en pozo y la obtención del extracto se realizó por medio de difusión en solvente, la estadística que se practico fue descriptiva e inferencial, las pruebas de hipótesis aplicadas fueron ANOVA y Tukey con un nivel de significancia de 0,05.

**Resultados:** Los metabolitos secundarios identificados fueron en cantidad moderada de aminoácidos azufrados, compuestos fenólicos y flavonoides; en cantidad escasa de alcaloides y taninos; los halos de inhibición promedio de 13,14mm (50%), 18,97mm (75%) y 23,03mm (100%) para las concentraciones del extracto de ajo, de 6,20mm (control negativo) y 33,31mm (control positivo), el análisis estadístico demostró diferencia significativa en el efecto del extracto de ajo y el ciprofloxacino frente a *Staphylococcus aureus*, presentan este último mayor efecto.

**Conclusión:** Se demostró el efecto antibacteriano *in vitro* del extracto etanólico de *Allium sativum* “ajo” sobre *Staphylococcus aureus*, sin embargo, el efecto no es mayor que el ciprofloxacino.

**Palabras claves:** *Staphylococcus aureus*, extracto etanólico, *Allium sativum*, ajo, ciprofloxacino

## ABSTRACT

**Objective:** To evaluate the in vitro antibacterial effect of the ethanolic extract of *Allium sativum* "garlic" on *Staphylococcus aureus*. **Methodology:** This research was based on a quantitative, cross-sectional and prospective model, with an experimental model and control groups; The study population consisted of *Allium sativum* (garlic) of which a 3kg sample was considered. that met the inclusion and exclusion criteria, the microbiological evaluation was carried out by means of the well diffusion technique and the extraction of the extract was carried out by means of diffusion in solvent, the statistics that were practiced were descriptive and inferential, the hypothesis tests applied were ANOVA and Tukey with a significance level of 0.05. **Results:** The secondary metabolites identified were in a moderate quantity of sulfur amino acids, phenolic compounds and flavonoids; in low amount of alkaloids and tannins; the average inhibition halos of 13.14mm (50%), 18.97mm (75%) and 23.03mm (100%) for the concentrations of the garlic extract, 6.20mm (negative control) and 33.31mm ( positive control), the statistical analysis showed a significant difference in the effect of garlic extract and ciprofloxacin compared to *Staphylococcus aureus*, the latter having a greater effect. **Conclusion:** The in vitro antibacterial effect of the ethanolic extract of *Allium sativum* "garlic" on *Staphylococcus aureus* was demonstrated, however, the effect is not greater than that of ciprofloxacin.

**Keywords:** *Staphylococcus aureus*, ethanolic extract, *Allium sativum*, garlic, ciprofloxacin



Alexander I. Acaro Pizarro  
LIC. IDIOMAS EXTRANJEROS  
Reg. N° 134217

## I. INTRODUCCIÓN

*Staphylococcus aureus* es uno de los microorganismos frecuentes aislados a nivel hospitalario, así como comunitario. Las infecciones por *Staphylococcus aureus* generan una notable morbilidad y mortalidad. Asimismo, el 30% de la población está colonizada por este tipo de bacteria, simultáneamente. *Staphylococcus aureus* es una de las principales causas por bacteriemia y endocarditis infecciosa, así como también causante de infecciones osteomusculares, de piel y tejido blanco, pulmonares e infecciones relacionadas con dispositivos médicos.<sup>1</sup>

Algunas cifras reportadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), Organización Panamericana de la Salud (OPS) y algunos Ministerios de Salud de diferentes países señalan que cada año, alrededor de 700 mil personas mueren a causa de la resistencia de las infecciones bacterianas a los medicamentos disponibles, en el 2016 se estimó que se produjeron más de 200 mil muertes por año en recién nacidos a causa de la resistencia a los antibióticos. Asimismo, se estima que para el año 2050 la resistencia a los antibióticos matará a 10 millones de personas por año.<sup>2</sup>

En un informe emitido por la Organización Mundial de la Salud (OMS) obtenido del estudio de 144 países dice que, las bacterias han incrementado su resistencia hacia los antibióticos lo cual hace que las bacterias infecciosas se prolonguen por más tiempo aumentando de esta manera el riesgo de muerte. En el mismo informe la OMS revela datos epidemiológicos sobre la resistencia de las infecciones por *Staphylococcus aureus* a los antibióticos por regiones, siendo estos los siguientes: África (80%), América del Norte y América del Sur (90%), Europa (60%), Asia Sudoriental (25%) y Pacífico Occidental (80%).<sup>3</sup>

De igual manera se calcula que el 64 % de las personas infectada por *Staphylococcus aureus* metiló resistente tiene mayor probabilidad de morir que las infectadas por cepas no resistentes, pero esto depende también del perfil de resistencia y del tipo de paciente. De igual manera la resistencia bacteriana a los antibióticos incrementa el costo en atención médica, también prolonga la estancia hospitalaria y demanda de más cuidados intensivos.<sup>4</sup>

En un estudio realizado en varios hospitales de la ciudad de Lima, se demostró que el 50% de los *Staphylococcus aureus* aislados de hemocultivos durante los periodos 2008- 2009, fueron resistentes a la metilina.<sup>5</sup>

La resistencia bacteriana hacia los antibióticos, es un hecho que va en un aumento cada día a nivel mundial, hace unas décadas atrás los antibióticos funcionaban muy bien tanto en infecciones nosocomiales como comunitarias, pero en la actualidad este efecto farmacológico está disminuyendo debido a su irracional de estos medicamentos y en otras causas, las cosas han dado un giro inesperado en los últimos años ya que se ha perdido el efecto de los antibióticos que tenían como reserva a causa de su mal uso.<sup>6</sup>

A nivel nacional contamos con el estudio de Julca G. (2018), estableció como objetivo “evaluar la sensibilidad de *Staphylococcus aureus* frente al acción antibacterial del extracto crudo liofilizado de *Allium sativum* (ajo) a diferentes concentraciones (0.5, 1, 5, 10, 25%), recolectados de San Ignacio de la Oyola- Distrito de Sinsicap – Otuzco”. La metodología fue experimental; para identificar metabolitos secundarios se hizo uso de reactivos de coloración y precipitación, para la evaluación de la sensibilidad bacteriana se utilizó el método Kirby Bauer, en Agar Mueller-Hinton, utilizando discos de papel filtro embebido por cada concentración del extracto, independiente se realizó un control positivo utilizando discos de Cefalexina 30µg, estas fueron incubadas a 37°C durante 24h. Resultados: se identificó flavonoides, alcaloides, taninos, aminoácidos y compuestos sulfurados. La concentración del 25% del liofilizado formó un halo de 15.17mm. Conclusión: Los datos obtenidos muestran que se observa diferencia significativa entre la acción de Cefalexina 30µg y la concentración del 25% del extracto crudo liofilizado de *Allium sativum*, siendo mayor el efecto de la cefalexina.<sup>7</sup>

Saldívar D (2022) en su investigación con el objetivo de “determinar el efecto antibacteriano *in vitro* del extracto de *Allium sativum* (ajo) al 25%, 50%, 75% sobre cepas de *Streptococcus mutans* en las 24h, 36h, 48h, en el Hospital Tambobamba.Cotabambas-2020”. Mediante un diseño experimental realizó un estudio fitoquímico al extracto de *Allium sativum* para determinar los metabolitos presentes en este, así mismo, por medio de la técnica de Kirby Bauer evaluó el efecto antibacteriano del extracto a las concentraciones de 25%, 50% y 75%. Resultados: Los metabolitos encontrados en el extracto fueron compuestos fenólicos en gran cantidad, aminoácidos, flavonoides y alcaloides en cantidad media y alcaloides y taninos en cantidad relativamente baja; los halos de inhibición formados midieron 7,05mm (25%), de 7,65mm (50%) y 8,74mm (75%), a las 24 horas, el análisis de la varianza no determino diferencias significativas entre los grupos de datos. Se concluye que el extracto etanólicos

de *Allium sativum* presenta efecto antibacteriano a partir de las concentraciones del 50% y 75%<sup>8</sup>.

Por su parte, Armas S. (2020), propuso como objetivo “demostrar el efecto antibacteriano *in vitro* del extracto hidroalcohólico del bulbo de *Allium sativum* (ajo) sobre cepas de *Streptococcus mutans*”. La metodología corresponde a un estudio experimental, en el cual se utilizaron 12 placas distribuidas en cuatro grupos, grupo control (etanol 70°), grupo estándar (clorhexidina 0.12%), grupo experimental (extracto hidroalcohólico 40 %) y grupo experimental (extracto hidroalcohólico 80%) las cuales fueron cultivadas con *Streptococcus mutans*. Para evaluar la sensibilidad antibacteriana se utilizó el método de Kirby – Bauer. Según los resultados el diámetro de los halos de inhibición para el grupo estándar fue 25,56mm; para el extracto 40% 23,14mm, 80% 25,68 y para el grupo control 6mm. Se concluyó que el extracto hidroalcohólico del bulbo de *Allium sativum* (ajo) tiene efecto antibacteriano *in vitro* sobre *Streptococcus mutans*.<sup>9</sup>

Además, Rodríguez J., Mejía D., Lora M. y Pérez P. (2020), el presente artículo tuvo por objetivo “evaluar la actividad antibacteriana de los extractos etanólicos de *Allium sativum* “ajo” sobre *Staphylococcus aureus*. Durante la ejecución se preparó un extracto con alcohol etílico de 70° para la extracción de los metabolitos de las plantas y se prepararon concentraciones al 5%, 10%, 20% y 30%, las que fueron expuestas a cultivos de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. Resultados: se demostró la actividad antibacteriana mediante el método de difusión de disco; los extractos etanólicos de la hoja de *Allium sativum* “ajo” presentaron halos de inhibición de 4mm, 7mm, 15mm y 18mm para las concentraciones de 5%, 10%, 20% y 30% respectivamente. Conclusiones: Se demostró actividad antibacteriana en *Allium sativum* “ajo”, siendo más efectiva a la concentración del 30%.<sup>10</sup>

También, Requejo M. y Callao J. (2021), “demostraron la actividad antibacteriana *in vitro* del extracto etanólico de *Datura stramonium* (Chamico) y *Allium sativum* (ajo) sobre *Staphylococcus aureus*”. El estudio corresponde a un diseño experimental; la preparación del extracto etanólico de *Datura stramonium* y *Allium sativum* se realizó mediante maceración con etanol y la actividad antibacteriana sobre *Staphylococcus aureus* se realizó empleando el método de difusión en disco. Resultados: El extracto etanólico de *Datura stramonium* obtuvo halos de inhibición de 6,352mm, 6,273mm 6,171mm, para las concentraciones al 100 %, 75% y 50%; por otro lado, el extracto de etanólico de *Allium*

*sativum* para las concentraciones de 100%, 75% y 50% obtuvieron halos de inhibición de 20,43mm, 17,126mm y 10,66mm. Conclusiones: Se logró demostrar el efecto antibacteriano de *Allium sativum* “ajo” sobre *Staphylococcus aureus*, pero *Datura stramonium* no demostró efecto antibacteriano.<sup>11</sup>

A nivel internacional, se cuenta con estudios relacionados como el de los autores De Jesús E., Da Silva L. y Ramos D. (2021) quienes propusieron como objetivo de “describir el poder antimicrobiano de los componentes de *Allium sativum* (ajo) sobre *Candida albicans* y *Staphylococcus aureus*”. El presente estudio realizó una investigación descriptiva del tipo revisión de literatura con enfoque cualitativo, donde se evaluaron los resultados de algunos artículos frente al cultivo de microorganismos patógenos con el fin de reducir o interrumpir su crecimiento *in vitro*, según su expresividad antimicrobiana. En los resultados se observó que el extracto acuoso de ajo demostró ser eficientes para inhibir el crecimiento de cultivos fúngicos de *Candida albicans* y el crecimiento bacteriano de *Staphylococcus aureus*. Por lo tanto, *Allium sativum* (ajo) actúa como un potente antimicrobiano y no causa problemas ambientales ni reacciones adversas si se utiliza en la dosis correcta.<sup>12</sup>

Botas J., Fernández A., Barros L., Alves M., Carvalho A. y Ferreira I. (2019), Este estudio tuvo como objetivo “estudiar los bulbos o dientes de ajo blanco (cultivadas tradicionalmente) y negro (muestras procesadas)”. El estudio de *Allium sativum* en blanco y negro fue comparativo. Todas las muestras se compararon con respecto a su composición nutricional, así como a sus actividades antioxidante y antimicrobiana. El ajo negro tuvo el menor contenido de humedad, pero la mayor cantidad total de azúcares y valor energético. El ajo negro también presentó las actividades antioxidantes y antimicrobianas más altas (especialmente contra *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina). Por lo tanto, el ajo negro, obtenido mediante técnicas de procesamiento, puede considerarse un producto prometedor y de alto valor que podrá ser explotado por la industria farmacéutica y de alimentos funcionales/nutracéuticos.<sup>13</sup>

Jafari A. y Shadi A. (2019), tuvieron como objetivo “comparar y evaluar los efectos antibacterianos del extracto de metanol de *Allium Sativum* en el crecimiento de varias bacterias patógenas”. El estudio fue empírico y se preparó un extracto metanólico con la especie *Allium sativum*, el efecto antibacteriano se halló utilizando el método de difusión en pozo, también, se halló la CMI por dilución tubular. De acuerdo, con los resultados el extracto metanólico de *Allium sativum* evitó el crecimiento de *Staphylococcus aureus* y

*Escherichia coli*. A una concentración de 6,25mg/ml, el extracto de metanol de *Allium Sativum* tuvo el mayor efecto inhibitor sobre el crecimiento de *Staphylococcus aureus*. Mientras tanto, la concentración de 12,5mg/ml tuvo el mayor efecto bactericida. Se concluye que *Allium Sativum* puede reconocerse útil cuando se usa para tratar infecciones bacterianas, por lo tanto, este compuesto podría aplicarse como sustituto de los fármacos químicos convencionales para tratar infecciones.<sup>14</sup>

Por otro lado, las bases teóricas del presente estudio definen a la especie *Allium sativum* (ajo) como una planta herbácea vivaz de pequeño tamaño, posee hojas lineales envolventes, umbelas globulosas de flores blancas o rojizas rodeadas por una larga espata caduca que termina en punta, bulbo formado por bulbillos (dientes) insertados en una base plana y rodeados por una túnica comúnmente blanquecina. El olor, débil, se desarrolla fuerte y azufrado al lesionarse los tejidos.<sup>15</sup>

*Allium sativum* (ajo) contiene azúcares (fructanas), saponósidos (heterósidos de furostanoles: sativósidos, proto-erubósido-β, etc.) y se conoce por todo por sus colores azufrados. El constituyente principal del ajo fresco intacto es la aliína o sulfóxido de S-alil-L-(+)-cisteína. Cuando se cortan o trituran los tejidos, la aliína se degrada por un enzima, la allinasa (=S-alquil-L-sulfoxicisteinliasa), en ácido pirúvico y ácido 2-propenensulfénico, que en seguida se transforma en alicina (0.3% en peso fresco). La oxidación al aire de la alicina conduce a la formación de 1,7-ditioocta 4,5-dieno, conocido con el nombre de disulfuro de dialilo, que es el constituyente mayoritario de la esencia de ajo. El análisis preciso de extractos alcohólicos de ajo muestra también la presencia de productos de condensación de la alicina: 6Z- y 6E-ajoenos (4,5,9-tritriadodeca-1,6,11-trien-9-S-óxido) y de productos de cicloadicción del propential (vinilditiínas).<sup>16</sup>

Se ha demostrado que muchos compuestos identificados por cromatografía de gases en diversas esencias de ajo no son más que artefactos: el análisis por CLAR de los productos obtenidos simplemente por destilación a vacío forzado y temperatura ambiente no detecta más que tiosulfatos R-S(O)S-R' ; la alicina (R =R' = alil), es claramente predominante (80-90%).<sup>17</sup>

Tradicionalmente *Allium sativum* (ajo) se presenta en clásicas “ristras”, es decir. en trenzas de hojas, con los bulbos muy ordenados; su almacenamiento en sitio fresco y bien ventilado prolonga su conservación. Es utilizado como diurético, antiséptico, antifúngico, hipotensor,

hipocolesterolemiante, antiateromatoso, antiagregante plaquetario e hipoglucemiante. Se usa también en la prevención de trombos.<sup>18</sup>

En la antigüedad el ajo se empleaba como bactericida en infecciones, cólera, difteria, y se ha demostrado que puede emplearse satisfactoriamente para matar ciertas especies dañinas del tracto intestinal, sin afectar en absoluto las especies necesarias para su buen funcionamiento.<sup>19</sup>

Las propiedades atribuidas tradicionalmente a la especie *Allium sativum* (ajo) han sido verificadas experimentalmente: actividad antibacteriana y antifúngica demostradas *in vitro*. La experimentación animal ha demostrado, a lo largo de esta última década, que extractos de ajo son capaces de disminuir los niveles de triglicéridos y colesterol (conejo, rata) y de ejercer efectos antihipertensivos (rata). Señalemos sin embargo que la naturaleza y la composición de los extractos no siempre ha sido bien precisada, lo que hace difícil la interpretación y comparación de los resultados publicados en relación con estas actividades (y con otras). Las propiedades antiagregantes plaquetarias, demostradas *in vitro*, se atribuyen a los ajoenos, inhibidores de la lipoxigenasa.<sup>20</sup>

Por otro lado, *Staphylococcus aureus* es una bacteria patógena que se encuentra distribuida a nivel mundial, es el principal agente causal de infecciones intrahospitalaria e infecciones adquiridas en la comunidad. En la comunidad por lo general produce infecciones, piógenas y superficiales, aunque con menor frecuencia puede llegar a producir osteomielitis, neumonía y endocarditis aguda. A nivel nosocomial *Staphylococcus aureus* produce infecciones de heridas quirúrgicas, prótesis e infecciones por dispositivos médicos, además puede producir bacteriemia.<sup>21</sup>

Morfológicamente, *Staphylococcus aureus* (racimo de uvas doradas), es una bacteria Gram positiva, pertenece a la familia *Staphylococcaceae*. Tiene forma de coco y se dispone en parejas, en racimos o en cadenas. Tiene un tamaño que oscila entre 0.8 a 1.5 micras de diámetro. Es una bacteria mesófila, inmóvil, no esporulada, catalasa positiva, coagulasa positivo y anaerobia facultativa. Resistente a condiciones ambientales adversas, amplios rangos de pH y buena actividad de agua.<sup>22</sup>

*Staphylococcus aureus* puede crecer en medios no selectivos, como en agar sangre, agar chocolate, cerebro, corazón, infusión (BHI) y medios líquidos para hemocultivo. Para el aislamiento de *Staphylococcus aureus* el medio recomendable y el más usado es el agar



manitol salado o medio de Chapman por tener una elevada concentración de sal que inhibe el crecimiento de bacterias Gram negativas. Este medio permite realizar la identificación de *Staphylococcus aureus* mediante el crecimiento de bacterias Gram positivas. El medio permite realizar la identificación de *Staphylococcus aureus* mediante el crecimiento de colonias bacterianas de color amarillo característica de *Staphylococcus aureus*, esto debido a que la bacteria fermenta el manitol se genera un cambio en el medio de cultivo que se mira de color rojo a amarillo.<sup>23</sup>

En medios de cultivo tradicionales como el agar soya tripticasa (TSI), agar sangre la mayoría de especies crecen después de un periodo de incubación de 18 a 24 horas, formando colonias de 0.5 a 0.15 mm de diámetro. Las colonias son brillantes, lisas, elevadas y de bordes enteros, tienen consistencia cremosa y pigmentación que va de amarillo a dorado debido a la producción de carotenoides. Cuando se cultiva en agar sangre produce beta hemólisis total alrededor de las colonias.<sup>24</sup>

Por otra parte, la acción antibacteriana es aquella sustancia de origen natural o biológico, sintético o semisintético que tiene propiedades bactericidas y bacteriostáticas. La propiedad, actividad o efecto bactericida es aquella que produce la muerte de las bacterias responsables de un proceso infeccioso y la propiedad o efecto bacteriostático es aquella que produce una inhibición, detención del crecimiento y multiplicación bacteriana.<sup>25</sup>

La razón de que una sustancia determinada tenga propiedades bactericidas o bacteriostáticas dependerán de su mecanismo de acción; por lo tanto, de su estructura, aunque, intervienen conjuntamente otros factores como: la concentración alcanzada en el sitio de la infección, el tipo de bacteria, el tamaño del inóculo, el tiempo de acción y la fase de crecimiento de la bacteria. Por ejemplo, el grupo farmacológico de los  $\beta$ -lactámicos sólo son bactericidas en la fase de crecimiento activo de la bacteria, mientras que el grupo farmacológico de las polimixinas son bactericidas en cualquier fase.<sup>26</sup>

La actividad o efecto antibacteriano exige una normalización o cuantificación, que se consigue mediante los métodos utilizados in vitro para comprobar la susceptibilidad del microorganismo en relación con el antibiótico. Dentro de estos métodos se define a la concentración mínima inhibitoria (CMI), que es la menor concentración de antibiótico capaz de inhibir el crecimiento de  $10^5$  bacterias en 1mL de medio de cultivo, tras 18-24 horas de incubación; la concentración mínima bactericida (CMB), indica la menor concentración

capaz de destruir o matar  $10^5$  bacterias en 1mL de medio de cultivo, tras 18-24 horas de incubación y el punto de corte de sensibilidad es la concentración de antibiótico por debajo de la cual se considera sensible una determinada especie bacteriana.<sup>27</sup>

Finalmente, para lograr una concentración adecuada de los principios activos contenidos en las plantas y que su acción sea más efectiva es necesario realizar diversos procedimientos mediante los cuales sean extraídos aquellos con solventes adecuados que se seleccionan de acuerdo a la solubilidad y la estabilidad que posean las sustancias beneficiosas.<sup>28</sup>

Estas preparaciones son conocidas como: decocciones, infusiones, extractos fluidos, densos o secos (según su contenido de líquidos) y las tinturas. Los extractos son extraídos por maceración, el cual es el proceso más simple de extracción y debe estar protegido de la luz para evitar posibles reacciones. Para lograr el proceso se coloca la especie vegetal en forma de trozos o polvo, según sea la conveniencia, en un recipiente lleno del mensturo y se deja reposar por tres o más días, con agitación frecuente hasta completar la extracción del material vegetal. La maceración puede ser realizada en frío o con calor.<sup>29</sup>

Del análisis de la información presentada se ha propuesto el presente problema general: ¿Cuál será el efecto antibacteriano *in vitro* del extracto etanólico de *Allium sativum* “ajo” sobre *Staphylococcus aureus*? del mismo modo, los problemas específicos planteado son:

- ¿Cuáles serán los metabolitos secundarios contenidos en el extracto etanólico de *Allium sativum* “ajo”?
- ¿Cuál será el efecto antibacteriano *in vitro* del extracto etanólico de *Allium sativum* “ajo” a una concentración de 100%, 75% y 50% sobre *Staphylococcus aureus*?
- ¿Cuál será el efecto antibacteriano *in vitro* del extracto etanólico de *Allium sativum* “ajo” comparado con ciprofloxacino sobre *Staphylococcus aureus*?

El objetivo general planteado es: Evaluar el efecto antibacteriano *in vitro* del extracto etanólico de *Allium sativum* “ajo” sobre *Staphylococcus aureus* y los objetivos específicos planteados son:

- Identificar los metabolitos secundarios contenidos en el extracto etanólico de *Allium sativum* “ajo”
- Determinar el efecto antibacteriano *in vitro* del extracto etanólico de *Allium sativum* “ajo” a una concentración de 100%, 75% y 50% sobre *Staphylococcus aureus*

- Comparar el efecto antibacteriano *in vitro* del extracto etanólico de *Allium sativum* “ajo” con ciprofloxacino sobre *Staphylococcus aureus*

La hipótesis general planteada es: el extracto etanólico de *Allium sativum* “ajo” presenta efecto antibacteriano *in vitro* sobre *Staphylococcus aureus*, así mismo, se plantearon las hipótesis específicas siguientes:

- El extracto etanólico de *Allium sativum* “ajo” presenta mayor efecto antibacteriano *in vitro* que el ciprofloxacino sobre *Staphylococcus aureus*

## II. MÉTODO

### 2.1. Tipo y diseño de investigación

#### 2.1.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación corresponde al modelo cuantitativo, de corte transversal y prospectivo.

#### 2.1.2. Diseño de investigación

El diseño es experimental *in vitro*, existiendo manipulación de las variables en estudio, sigue el siguiente esquema de diseño:

G1	X1	O1
G2	+	O2
G3	-	O3

G1, G2 y G3: Grupos de cepas de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923

X1: extracto etanólico de *Allium sativum* “ajo”

O1, O2 y O3: Efecto observado.

-- Control negativo, sin tratamiento.

+ Control positivo

## 2.2. Operacionalización de las variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA
extracto etanólico de <i>Allium sativum</i> “ajo”	Solución acuosa obtenida por medio de la maceración en etanol del ajo	Concentración	100% 75% 50%	Porcentaje
VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA
Efecto antibacteriano sobre <i>Staphylococcus aureus</i>	Disminución en el crecimiento normal de las bacterias	Halo de inhibición	Diámetro	mm

## 2.3. Población, muestra y muestreo<sup>24</sup>

### 2.2.1. Población

La población de estudio estuvo conformada por *Allium sativum* “ajo” obtenida de la zona de Incahuasi, provincia de Ferreñafe, departamento de Lambayeque.

**2.2.2. Muestra :** Se tomó una muestra correspondiente a 3 kg del bulbo de la especie vegetal en estudio.

#### Criterios de inclusión

- Bulbos en buen estado
- Especie vegetal identificada por un botánico
- Bulbos de similar tamaño y peso

#### Criterios de exclusión

- Especie vegetal contaminada o con plaga
- Especie vegetal distinta a la estudiada.

### 2.2.3. Muestreo

Debido al tipo de muestreo empleado corresponde al tipo no probabilístico por conveniencia.

## 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

### 2.3.1. Técnicas

**Maceración:** Proceso mediante el cual se obtiene el extracto de la planta que contiene los metabolitos activos extraídos con etanol.<sup>34,35</sup>

**DIFUSIÓN EN POZO:** Técnica modificada del método de Kirby Bauer que permite agregar mayor cantidad de la muestra y observar su actividad antibacteriana por medio de la formación de un halo de inhibición<sup>34,35</sup>

### 2.3.2. Instrumentos de recolección de datos

Ficha de registro: Ficha donde se registran de manera ordenada los resultados del estudio.

Vernier digital: Instrumento de medición que permite obtener el tamaño de los halos de inhibición.

## 2.5. Procedimiento

### Recolección de la muestra vegetal

La muestra vegetal fue recolectada en las primeras horas de la mañana en una cantidad suficiente para realizar los análisis (5 kilogramos), luego se colocaron sobre papel Kraft y fueron llevadas al laboratorio para iniciar su tratamiento.

Luego se retiraron las capas que cubren los bulbos y seleccionó aquellas estuvieron conforme a los criterios de inclusión y exclusión, los bulbos seleccionados fueron en una cantidad de 3 Kg que posteriormente fueron lavados con agua potable.

### Preparación de extracto etanólico de ajo:

Los bulbos fueron licuados en una licuadora doméstica con etanol 70° y posteriormente fueron colocados en frascos ámbar, se realizó esta operación hasta agotar la muestra, luego se dejó macerar por 7 días con agitación vigorosa por dos minutos, luego de ese periodo de tiempo se procedió a filtrar con papel de filtro, el filtrado obtenido fue concentrado en una estufa.

### **Reactivación de la cepa de *Staphylococcus aureus*:**

La reactivación de la cepa de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 se realizó según la información técnica del catálogo de la empresa comercializadora de la cepa, para lo cual el liofilizado reconstituido se aplicó en placas con agar Braid Parker hisopando toda la superficie de la placa, se llevó a incubación por 24 horas y confirmo el crecimiento de colonias negras, se tomaron dos colonias con un hisopo y disolvió en solución salina fisiológica en un tubo de ensayo, y realizaron diluciones sucesivas hasta lograr alcanzar la concentración bacteriana similar al 0,5 según la escala de Mc Farland.

### **Sembrado en placa de cepa de *Staphylococcus aureus*:**

De este último tubo se realizó un sembrado en estrías en placas Petri con agar Miuller Hinton, luego se prepararon 3 pocitos en placas y se colocaron 20 uL de cada concentración (100%, 75% y 50%) y 20uL de los grupos control de ciprofloxacino y etanol 70°, luego se llevó a incubación a 36°C por 24 horas.

### **Evaluación del efecto antibacteriano del extracto de etanólico**<sup>25</sup>

Se retiraron las placas de la incubadora y visualizó a tras luz la formación de halo de inhibición y midió con un vernier digital, registrando en la ficha de recolección de datos en milímetros el tamaño del halo de inhibición.

## **2.6. Método de Análisis de datos**

Los datos recolectados se analizaron mediante el empleo de la hoja de cálculo Excel y el programa estadístico SPSS v. 26, para lo cual se obtuvieron tablas con estadísticos descriptivos y realizaron pruebas inferenciales paramétricas como las de ANOVA y TUKEY con un nivel de confianza del 95% para contrastar la hipótesis de estudio<sup>26</sup>.

## **2.7. Aspectos éticos**

El criterio ético que se consideró en todo el proceso del estudio estuvo ligado al cuidado del medio ambiente, las buenas prácticas en el laboratorio y manejo de material biocontaminado, para evitar cualquier riesgo innecesario en el personal de investigación, en tal sentido, se valió de protocolos, guías y manuales en el manejo de material biocontaminado y desechos de material biológico.<sup>27,28</sup>

### III. RESULTADOS

**Tabla 1. Identificación de los metabolitos secundarios contenidos en el extracto etanólico de *Allium sativum* “ajo”**

Metabolitos Secundarios	Reactivos	Reacción	Resultado
Alcaloides	Dragendorff	Color naranja ladrillo	+
Aminoácidos azufrados			++
Quinonas	Borntrager	Coloración rosa-rojo	-
Compuestos fenólicos	FeCl <sub>3</sub>	Coloración rojo-vinoso	++
Taninos		Coloración verdosa	+
Flavonoides	Antocianidina	Anillo marron interfase	++
Triterpenos / Esteroides	Liebermann Burchard	Rojo	-
Saponinas	Espuma	Formación de espuma	-

**Leyenda:**

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

La identificación de los metabolitos secundarios contenidos en el extracto etanólico de *Allium sativum* “ajo” se realizó por medio de un estudio fitoquímico, los resultados de dicho estudio se pueden observar en la tabla 1, donde se pudo determinar la presencia en cantidad moderada de aminoácidos azufrados, compuestos fenólicos y flavonoides; en cantidad escasa de alcaloides y taninos, no se logró determinar la presencia de quinonas, triterpenos/esteroides y saponinas.



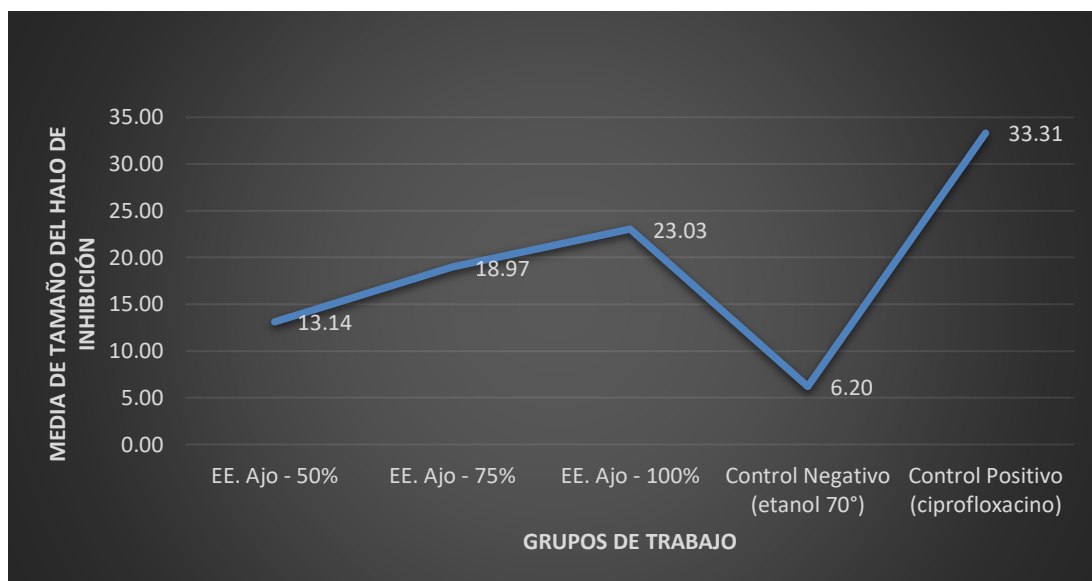
**Tabla 2. Efecto antibacteriano *in vitro* del extracto etanólico de *Allium sativum* “ajo” a una concentración de 100%, 75% y 50% sobre *Staphylococcus aureus*.**

Diámetro del halo de inhibición (mm)									
	N	Media	Desv. Estándar	Error Estándar	95% Intervalo de confianza para la Media				
					Límite inferior	Límite superior	Mínimo	Máximo	
EE. ajo - 50%	10,00	13,14	0,17	0,05	13,03	13,26	12,87	13,36	
EE. ajo - 75%	10,00	18,97	0,42	0,13	18,67	19,27	18,45	19,72	
EE. ajo - 100%	10,00	23,03	0,35	0,11	22,78	23,28	22,22	23,45	
Control Negativo (etanol 70°)	10,00	6,20	0,30	0,10	5,98	6,41	5,91	6,71	
Control Positivo (ciprofloxacino)	10,00	33,31	0,33	0,10	33,08	33,54	32,80	33,85	

**Fuente: SPSS ver. 26**

Con respecto al efecto antibacteriano *in vitro* del extracto etanólico de *Allium sativum* “ajo” a una concentración de 100%, 75% y 50% sobre *Staphylococcus aureus*, se puede observar en la tabla 2, los estadísticos obtenidos a partir de los datos recolectados por cada grupo de trabajo, donde se obtuvieron halos de inhibición promedio de 13,14mm (50%), 18,97mm (75%) y 23,03mm (100%), así mismo, se observan los halos de inhibición obtenidos de los grupos control 6,20mm (control negativo) y 33,31mm (control positivo). Los parámetros estadísticos evaluados son en media, desviación estándar, límites de confianza y valores máximo y mínimo.

**Figura 1. Efecto antibacteriano *in vitro* del extracto etanólico de *Allium sativum* “ajo” a una concentración de 100%, 75% y 50% sobre *Staphylococcus aureus*.**



Fuente: SPSS ver. 26

El efecto antibacteriano *in vitro* del extracto etanólico de *Allium sativum* “ajo” a una concentración de 100%, 75% y 50% sobre *Staphylococcus aureus* se ve representado en la figura 1, donde se observa el efecto antibacteriano creciente del extracto etanólico de *Allium sativum* en función de la concentración, así mismo, se observa que este efecto es superior al tamaño del halo de inhibición promedio del control negativo pero inferior al control positivo.

**Tabla 3. Efecto antibacteriano *in vitro* del extracto etanólico de *Allium sativum* “ajo” con ciprofloxacino sobre *Staphylococcus aureus***

Tratamiento	Sensibilidad nula	Sensible	Muy sensible	Altamente sensible
	≤ 8 mm	8-14 mm	14-20 mm	> 20 mm
EE. Ajo - 50%		13,14		
EE. Ajo - 75%			18,97	
EE. Ajo - 100%				23,03
Control Positivo (nistatina)				33,31

El efecto antibacteriano *in vitro* del extracto etanólico de *Allium sativum* “ajo” con ciprofloxacino sobre *Staphylococcus aureus*, se puede observar en la tabla 3 mediante la valoración de la Escala de Duraffourd, en ese sentido, al evaluar los halos de inhibición promedio obtenidos con los rangos de la escala se obtuvo que *Staphylococcus aureus* es sensible al extracto etanólico de ajo al 50%, es muy sensible al extracto de ajo al 75% y es altamente sensible al extracto de ajo al 100% y al ciprofloxacino, lo que demostraría similar efecto a esta concentración con el ciprofloxacino.

### Análisis de datos previo a prueba de contrastación

**Tabla 4. Prueba de distribución normal para cada grupo de tratamientos**

Grupos de trabajo	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
EE. Ajo - 50%	0,930	10	0,445
EE. Ajo - 75%	0,936	10	0,512
EE. Ajo - 100%	0,870	10	0,099
Control Negativo (etanol 70°)	0,842	10	0,047
Control Positivo (ciprofloxacino)	0,943	10	0,593

Fuente: SPSS ver. 26

La distribución normal de los diferentes grupos de datos fue evaluada mediante la prueba de Shapiro Wilk como se observa en la tabla 4, la que permitió demostrar mediante la comparación de la significancia obtenida por cada grupo que todos los grupos presentan distribución normal, al verificar valores superiores de significancia al 0,05 confirmando que los datos recolectados son paramétricos.

**Tabla 5. Prueba de homogeneidad de varianzas (Levene)**

		Levene			p-
		Statistic	df1	df2	valor
<b>Diámetro del halo de inhibición</b>	Se basa en la media	1,354	4	45	0,265
	Se basa en la mediana	1,128	4	45	0,355
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,128	4	36,20	0,358
	Se basa en la media recortada	1,358	4	45	0,264

Fuente: SPSS ver. 26

La homogeneidad de las varianzas de los datos recolectados con respecto a los tamaños de los halos de inhibición por cada grupo fue analizada mediante la prueba de Levene como se observa en la tabla 5, la cual permitió demostrar el comprar el p-valor basado en la media que todos los datos recolectados presentan varianzas homogéneas en su distribución.

### Prueba de Contrastación de la hipótesis específica 1

**H0:** El extracto etanólico de *Allium sativum* “ajo” no presenta mayor efecto antibacteriano *in vitro* que el ciprofloxacino sobre *Staphylococcus aureus*

**H1:** El extracto etanólico de *Allium sativum* “ajo” presenta mayor efecto antibacteriano *in vitro* que el ciprofloxacino sobre *Staphylococcus aureus*

Para la contrastación de la hipótesis se realizó primero la prueba de ANOVA para determinar semejanzas en los grupos de datos, como se muestra a continuación:

**Tabla 6. Análisis de la varianza (ANOVA)**

Diámetro del halo de inhibición					
	Suma de cuadrados	df	Media al cuadrado	F	p-valor.
Entre grupos	4192,121	4	1048,030	10000,861	0,000
Dentro de grupos	4,716	45	0,105		
Total	4196,836	49			

Fuente: SPSS ver. 26

La evaluación de diferencia entre los grupos de trabajo se determinó mediante el análisis de la varianza (ANOVA) como se puede apreciar en la tabla 6, por medio de esta prueba se pudo determinar que existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de

datos analizados, por lo que corresponde complementar mediante la prueba de Tukey la contrastación de la hipótesis.

**Tabla 7. 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
Control Negativo (etanol 70°)	10	6,20				
EE. Ajo - 50%	10		13,14			
EE. Ajo - 75%	10			18,97		
EE. Ajo - 100%	10				23,03	
Control Positivo (ciprofloxacino)	10					33,31

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**

Mediante la prueba de Tukey, la cual se muestra en la tabla 7, se puede comparar los tamaños de los halos de inhibición separados en columnas, cada columna corresponde a un tamaño similar con respecto al efecto antibacteriano, en tal sentido, se observa que todos los grupos analizados muestran efectos diferentes, sin embargo, el grupo del control positivo (ciprofloxacino), presenta mayor efecto antibacteriano contra *Staphylococcus aureus* que los otros grupos de estudio.

**Decisión:**

Rechazar H1 y aceptar H0, el cual indica que el extracto etanólico de *Allium sativum* “ajo” no presenta mayor efecto antibacteriano *in vitro* que el ciprofloxacino sobre *Staphylococcus aureus*

#### IV. DISCUSIÓN

La presente investigación se centra en el estudio del efecto antibacteriano *in vitro* del extracto etanólico de *Allium sativum*, comúnmente conocido como ajo, sobre *Staphylococcus aureus*, la cual es una bacteria patógena que puede causar diversas infecciones en humanos, incluyendo infecciones cutáneas, respiratorias y del tracto urinario, entre otras. Por otro lado, el ajo ha sido utilizado tradicionalmente por sus propiedades medicinales, y se ha reportado que posee actividad antimicrobiana contra diferentes bacterias, incluyendo *Staphylococcus aureus*.

En ese sentido, los resultados obtenidos en esta investigación pueden proporcionar información relevante sobre el potencial antibacteriano del extracto etanólico de ajo contra *Staphylococcus aureus*. Además, estos hallazgos podrían contribuir al desarrollo de nuevos enfoques terapéuticos o productos antimicrobianos basados en componentes naturales, como el ajo, para combatir infecciones causadas por esta bacteria, los resultados obtenidos en el estudio se discuten a continuación:

Con respecto a los metabolitos secundarios identificados en el extracto etanólico de *Allium sativum* “ajo” se logró determinar la presencia en cantidad moderada de aminoácidos azufrados, compuestos fenólicos y flavonoides; en cantidad escasa de alcaloides y taninos, así mismo, Julca G. (2018) mediante su investigación sobre el extracto crudo liofilizado de *Allium sativum* logró identificar como metabolitos presentes en el extracto flavonoides, alcaloides, taninos, aminoácidos y compuestos sulfurados; por otro lado, la investigación realizada por Saldívar D (2022) en el cual mediante un estudio fitoquímico realizado al extracto de *Allium sativum* (ajo) logró identificar como metabolitos secundarios compuestos fenólicos en gran cantidad, aminoácidos, flavonoides y alcaloides en cantidad media y alcaloides y taninos en cantidad escasa. Los estudios citados confirman los resultados de nuestro estudio, al identificar los mismos metabolitos secundarios presentes en los extractos, los que según los estudios le confieren las propiedades farmacológicas y antibacterianas, sobre todo por parte de los aminoácidos azufrados.

En cuanto al efecto antibacteriano *in vitro* del extracto etanólico de *Allium sativum* “ajo” a las concentraciones de 100%, 75% y 50% sobre *Staphylococcus aureus* se determinó mediante la formación de los halos de inhibición formados por los extractos

sobre cultivos de *Staphylococcus aureus* valores promedio de halos de inhibición de 13,14mm (50%); 18,97mm (75%) y 23,03mm (100%), el control negativo conformado por etanol 70° obtuvo halo de inhibición promedio de 6,2mm y el control positivo conformados por el ciprofloxacino obtuvo halo de inhibición promedio de 33,31mm. Por su parte Julca G (2018) también logró determinar el tamaño de los halos de inhibición obtenidos por el extracto crudo liofilizado de *Allium sativum* (ajo) frente a *Staphylococcus aureus*, obteniendo a la concentración del 25% un halo de inhibición promedio de 15,17mm. Así mismo, Rodríguez J., et al (2020), al exponer el extracto etanólico de *Allium sativum* “ajo” sobre *Staphylococcus aureus* encontró halos de inhibición de 4mm, 7mm, 15mm y 18mm para las concentraciones de 5%, 10%, 20% y 30% respectivamente, valores que se muestran similares a los obtenidos en nuestro estudio, sin embargo, las pequeñas diferencias encontradas pueden relacionarse con la técnica empleada para la identificación de la actividad antibacteriana. Del mismo modo un estudio similar, realizado por Requejo M. y Callao J. (2021), obtuvieron halos de inhibición al exponer el extracto etanólico de *Allium sativum* sobre *Staphylococcus aureus* de 20,43mm, 17,126mm y 10,66mm, para las concentraciones al 100 %, 75% y 50% respectivamente, valores similares a los encontrados.

Por otro lado, Saldívar D (2022) mediante su investigación sobre el efecto antibacteriano *in vitro* del extracto de *Allium sativum* (ajo) sobre cepas de *Streptococcus mutans* obtuvo halos de inhibición de 7,05mm (25%), de 7,65mm (50%) y 8,74mm (75%); por su parte Armas S. (2020), al evaluar el efecto antibacteriano *in vitro* del extracto hidroalcohólico del bulbo de *Allium sativum* (ajo) sobre cepas de *Streptococcus mutans* obtuvo halos de inhibición de 23,14mm para el extracto 40%, y de 25,68mm para el extracto al 80%, lo que demuestra la actividad antibacteriana también del extracto de *Allium sativum* sobre *Streptococcus mutans*.

El estudio realizado por Jafari A. y Shadi A. (2019) cuyo objetivo fue evaluar el efecto antibacteriano del extracto de metanólico de *Allium Sativum* en el crecimiento de *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*, demostrando que este extracto de igual manera actividad antibacteriana sobre estas bacterias indicando que podría aplicarse como sustituto de los fármacos químicos convencionales para tratar infecciones, lo que demuestra la actividad que presenta *Allium sativum* en diferentes tipos de extractos.

Para comparar el efecto antibacteriano *in vitro* del extracto etanólico de *Allium sativum* “ajo” con ciprofloxacino sobre *Staphylococcus aureus*, se evaluó mediante la escala de Duraffourd la cual permite determinar la sensibilidad que presenta *Staphylococcus aureus*, a los extractos y el control positivo (ciprofloxacino); se puede observar que esta bacteria es sensible al extracto etanólico de ajo a la concentración del 50%; es muy sensible a la concentración del extracto al 75% y es altamente sensible a la concentración del extracto de ajo al 100% y al ciprofloxacino.

Por otro lado, para la contrastación de la hipótesis, los datos recolectados se evaluaron mediante estadística inferencial empleando las pruebas de ANOVA y Tukey, donde se logró determinar que existe diferencias estadísticamente significativas entre el extracto etanólico de ajo al 100% y el ciprofloxacino, así mismo, se encontró que el ciprofloxacino presenta mayor efecto antibacteriano que los extractos. Es necesario precisar que los medicamentos por su composición y estudios realizados muestran efecto *in vitro* en la mayoría de los casos superior a los obtenidos por los extractos de las plantas, tal es el caso de Julca G (2018) quien comparó el efecto del extracto crudo liofilizado de *Allium sativum* (ajo) con ceftriaxona frente a *Staphylococcus aureus* mostrando este último mayor efecto que el extracto. Por otro lado, Armas S. (2020), en su estudio evidenció un efecto similar entre la clorhexidina 0.12% frente al extracto hidroalcohólico 80% de *Allium sativum* frente a *Streptococcus mutans*.

Diversos estudios como De Jesús et al (2021) también han logrado demostrar la inhibición en el crecimiento de cultivos fúngicos de *Candida albicans* y el crecimiento bacteriano de *Staphylococcus aureus* de los componentes de *Allium sativum* (ajo) actuando como potentes antimicrobianos sin producir reacciones adversas ni dañar el medio ambiente, de la misma manera Botas J et al (2019) lograron demostrar que el ajo negro, obtenido mediante técnicas de procesamiento, presenta actividad antibacteriana frente a *Staphylococcus aureus* resistente a la metilina y puede considerarse un producto prometedor y de alto valor que puede ser explotado por la industria farmacéutica y de alimentos.

Entre los metabolitos secundarios reportados en *Allium sativum* se han descrito a las saponinas, saponinas y flavonoides que poseen propiedades farmacológicas prometedoras. Además, estas plantas poseen compuestos de azufre únicos que también son responsables de su olor y son los principales responsables de las propiedades



biológicas atribuidas al ajo. El análisis fitoquímico de los compuestos azufrados presentes en el ajo ha mostrado una potente actividad antimicótica en compuestos como la alicina, aliina y el ajoeno, aunque recientemente se han descrito nuevos metabolitos que presentan grupos funcionales como los ditiosulfinatos y disulfóxidos que podrán presentar diferentes propiedades entre ellas la antimicrobiana.

## V. CONCLUSIONES

- Los metabolitos secundarios contenidos en el extracto etanólico de *Allium sativum* “ajo” fueron en cantidad moderada de aminoácidos azufrados, compuestos fenólicos y flavonoides; en cantidad escasa de alcaloides y taninos.
- El efecto antibacteriano *in vitro* del extracto etanólico de *Allium sativum* “ajo” a una concentración de 50%, 75% y 100% sobre *Staphylococcus aureus* obtuvo halos de inhibición de 13,14mm; 18,97mm y 23,03mm respectivamente.
- Al comparar el efecto antibacteriano *in vitro* del extracto etanólico de *Allium sativum* “ajo” con ciprofloxacino sobre *Staphylococcus aureus* se demostró que este último presenta mayor efecto antibacteriano.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- A las instituciones universitarias, fomentar las investigaciones experimentales in vitro mediante el uso de plantas medicinales que permitan obtener nuevas fuentes de tratamiento para las infecciones bacterianas.
- A las instituciones de salud, promover el uso de plantas medicinales en el tratamiento de las enfermedades conjuntamente con los medicamentos o como tratamiento inicial.
- A las personas, propiciar el uso de las plantas medicinales en los tratamientos de sus dolencias o enfermedades, de esta manera evitar la automedicación y reacciones adversas
- Promover la incorporación de plantas medicinales en las formulaciones farmacéuticas con el objetivo de obtener formulaciones con productos naturales inocuos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. Cervantes E, García R, Salazar P. Características generales del *Staphylococcus aureus*. Rev Mex Patol Clínica y Med Lab [Internet]. 2018;61(1):28-40. Disponible en: [www.medigraphic.com/patologiaclinica](http://www.medigraphic.com/patologiaclinica)[www.medigraphic.org.mx](http://www.medigraphic.org.mx)
2. OMS. Un informe pone de relieve el aumento de la resistencia a los antibióticos en infecciones bacterianas que afectan al ser humano y la necesidad de mejorar los datos al respecto [Internet]. Organización Mundial de la Salud. 2022. Disponible en: <https://www.who.int/es/news/item/09-12-2022-report-signals-increasing-resistance-to-antibiotics-in-bacterial-infections-in-humans-and-need-for-better-data>
3. Baquero F, Lanza V, Cantón R, Coque T. Public health evolutionary biology of antimicrobial resistance: priorities for intervention. Evol Appl [Internet]. 2018 [citado 8 de enero de 2023];8(3):418-20. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/eva.12235>
4. Diayo L, Garcia J, Juez D, Vargas R. Factores asociados al desarrollo de resistencia bacteriana [Internet]. G. Balint, Antala B, Carty C, Mabieme J-MA, Amar IB, Kaplanova A, editores. Universidad del Norte. Universidad del Norte; 2020. Disponible en: <https://manglar.uninorte.edu.co/handle/10584/9598>
5. Márquez A, Romero A, Requena M, Martínez E, Mongrut U, Ayón E, et al. Resistencia de Cepas de *Staphylococcus aureus* Aisladas de la Mucosa Oral de una Población Joven Peruana. Int J Odontostomatol [Internet]. septiembre de 2021;15(3):634-8. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-381X2021000300634&lng=es&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-381X2021000300634&lng=es&nrm=iso&tlng=en)
6. Bairan G, Chavez E, Romero C, Torres E. Resistencia bacteriana: un problema latente de salud mundial. RD-ICUAP [Internet]. 2022;8(22):1-12. Disponible en: <http://rd.buap.mx/ojs-dm/index.php/rdicuap/article/view/663>
7. Julca G. Efecto in vitro del extracto crudo liofilizado de *Allium sativum* “ajo” al 0.5, 1, 5, 10, 25% de concentración sobre *Staphylococcus aureus* [Internet]. 2018. Disponible en: <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/11996>
8. Saldivar D. Efecto antibacteriano in vitro del extracto de *Allium sativum* (ajo) al 25%, 50%, 75% sobre cepas de *Streptococcus Mutans* en el Hospital de Tambobamba.

- Cotobambas-2020 [Internet]. Universidad Tecnológica de los Andes; 2022. Disponible en: [https://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/utea/312/1/Efecto Antibacteriano In Vitro del Extracto de Allium Sativum %28ajo%29.pdf](https://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/utea/312/1/Efecto%20Antibacteriano%20In%20Vitro%20del%20Extracto%20de%20Allium%20Sativum%20%28ajo%29.pdf)
9. Armas S. Efecto antibacteriano in vitro del extracto Hidroalcohólico del Bulbode Allium Sativum (ajo) sobre Cepas de Streptococcus Mutans. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote; 2020.
  10. Rodríguez J, Mejia D, Lora M, Pérez M. Actividad del extracto de la hoja de Allium Sativum (Ajo) sobre Staphylococcus Aureus. REV Epistemia [Internet]. 2020;4(2). Disponible en: <https://orcid.org/0000-0002-2639-7339>.
  11. Requejo M, Callao J. Actividad antibacteriana in vitro del extracto etanólico de Datura stramonium (Chamico) y Allium sativum (ajo) sobre Staphylococcus aureus [Internet]. 2021. Disponible en: <https://repositorio.uma.edu.pe/handle/20.500.12970/404>
  12. De Jesus E, Da Silva L, Ramos D. View of Atividade antimicrobiana do Allium Sativum em combate a Cândida Albicans e Staphylococcus Aureus: uma revisão de literatura / Antimicrobial activity of Allium Sativum against Candida Albicans and Staphylococcus Aureus: a literature review. Brazilian J Dev Curitiba [Internet]. 2021;7(1):9205-31. Disponible en: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/23658/19023>
  13. Botas J, Fernandes Â, Barros L, Alves M, Carvalho A, Ferreira I. A Comparative Study of Black and White Allium sativum L.: Nutritional Composition and Bioactive Properties. Molecules [Internet]. 11 de junio de 2019;24(11):2194. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1420-3049/24/11/2194/htm>
  14. Jafari A, Shadi A. Evaluation of Inhibitory Effect of Methanol Extract of Allium Sativum in vitro on Staphylococcus aureus and Escherichia coli. Sci J Nursing, Midwifery Paramed Fac [Internet]. 2019;5(1):61-8. Disponible en: <http://sjnmp.muk.ac.ir/article-1-229-en.html>
  15. Shang A, Cao S, Xu X, Gan R, Tang G, Corke H, et al. Bioactive Compounds and Biological Functions of Garlic (Allium sativum L.). Foods [Internet]. 5 de julio de 2019;8(7):246. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2304-8158/8/7/246/htm>

16. Sasi M, Kumar S, Kumar M, Thapa S, Prajapati U, Tak Y, et al. Garlic (*Allium sativum* L.) Bioactives and Its Role in Alleviating Oral Pathologies. *Antioxidants* [Internet]. 21 de noviembre de 2021;10(11):1847. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-3921/10/11/1847/htm>
17. Ramirez H. CL y ME. Efectos Terapéuticos del Ajo (*Allium Sativum*). *Salud y Adm* [Internet]. 2016;3(8):39-47. Disponible en: [http://www.unsis.edu.mx/revista/doc/vol3num8/A4\\_Efectos\\_Terapeuticos\\_Ajo.pdf](http://www.unsis.edu.mx/revista/doc/vol3num8/A4_Efectos_Terapeuticos_Ajo.pdf)
18. Saz P, Tejero M. El ajo *Allium sativum*. *Med Natur* [Internet]. 2020;14(1):123-6. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7248988.pdf>
19. Salazar M. Eficacia antibacteriana del extracto acuoso del *Allium sativum* “Ajo” comparado con Amikacina en *Escherichia coli*. Universidad César Vallejo. 2016.
20. Mestanza K, Vásquez E, Iglesias S, Moreno M. Efecto inhibitorio in vitro del extracto acuoso de “*Allium sativum* l.” Frente a cepas de “*Candida albicans*” resistente a la nistatina obtenidas de un hospital de Chiclayo. *Med Natur* [Internet]. 2020;14(2):36-42. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7512759>
21. Peralta R. y Torres E. Infecciones de piel y partes blandas. *Rev Virtual Soc Parag Med Int*. 2017;4(2):19-26.
22. Brito J, Quispe J. Identificación rápida de *Staphylococcus Aureus* Meticilino Resistente, mediante la Técnica Slidex Mrsa en personal de salud portadores sanos del Hospital Básico Salcedo [Internet]. 2022. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/36893>
23. Vallejo G, Andrade C, Orellana P, Gerardo J. Resistencia de cepas de *Staphylococcus aureus* aislados en ambientes nosocomiales. *Vive Rev Salud* [Internet]. 19 de febrero de 2022;5(13):22-34. Disponible en: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2664-32432022000100022&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2664-32432022000100022&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
24. Taroco R. Seija V. Vignoli R. Métodos de estudio de la sensibilidad antibiótica. En: *Temas de Bacterología y Virología Médica* [Internet]. 2017. p. 663-71. Disponible en: <http://higiene.edu.uy/cefa/2008/BacteCEFA36.pdf>
25. Tamariz-Angeles C, Olivera-Gonzales P, Santillán-Torres M. Antimicrobial,

- antioxidant and phytochemical assessment of wild medicinal plants from Cordillera Blanca (Ancash, Peru) [Evaluación antimicrobiana, antioxidante y fitoquímico de plantas medicinales silvestres de la Cordillera Blanca (Ancash, Perú)]. *Aromáticas* [Internet]. 2018;17(3):270-85. Disponible en: [www.blacpma.usach.cl](http://www.blacpma.usach.cl)
26. Picazo J. Procedimientos en Microbiología Clínica. Who [Internet]. 2015; Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2017/bacteria-antibiotics-needed/es/>
  27. Sanchez E, Castillo S, García P. Actividad antimicrobiana. En: Investigación en plantas de importancia médica. 2016. p. 1-24.
  28. Matamba D La, Morales GT, Edith B, Pérez E. Plantas medicinales. 1era ed. (INECOL) I de EAC, editor. México; 2015.
  29. Hernández T, García A, Serrano R, Ávila G, Dávila P. Fitoquímica Y Actividades Biológicas De Plantas De Importancia En La Medicina Tradicional Del Valle De Tehuacán-Cuicatlán. *TIP Rev Espec en Ciencias Químico-Biológicas* [Internet]. 2015;18(2):116-21. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-888X2015000200116&script=sci\\_abstract&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-888X2015000200116&script=sci_abstract&tlng=es)

## **ANEXOS**



## Anexo 1. Matriz de Consistencia

<b>Autor (es): Manuel Exaltación Gonzales Gonzales / Liliana Farroñán Sánchez</b>
<b>Tema: EFECTO ANTIBACTERIANO <i>IN VITRO</i> DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE <i>Allium sativum</i> “AJO” SOBRE <i>Staphylococcus aureus</i></b>

Problema general	Objetivo general	Hipótesis General	Variables y dimensiones	Metodología
¿Cuál será el efecto antibacteriano <i>in vitro</i> del extracto etanólico de <i>Allium sativum</i> “ajo” sobre <i>Staphylococcus aureus</i> ?	Evaluar el efecto antibacteriano <i>in vitro</i> del extracto etanólico de <i>Allium sativum</i> “ajo” sobre <i>Staphylococcus aureus</i>	El extracto etanólico de <i>Allium sativum</i> “ajo” presenta efecto antibacteriano <i>in vitro</i> sobre <i>Staphylococcus aureus</i> ,	<b>Variable Independiente (x)</b>  <b>X1:</b> Extracto etanólico de <i>Allium sativum</i> “ajo”  Dimensiones: Concentración  <b>Variable Dependiente (y)</b>  <b>Y1:</b>  Efecto antibacteriano <i>in vitro</i> sobre <i>Staphylococcus aureus</i>  Dimensión:  Diámetro	<b>Tipo de la investigación:</b> Cuantitativo  <b>Diseño de la investigación:</b> Experimental  <b>Población:</b> <i>Allium sativum</i> “ajo”  <b>Muestra:</b> 6 kg de bulbo de <i>Allium sativum</i> “ajo”  <b>Técnicas de recopilación de información:</b>  Maceración Difusión en pozo  <b>Técnicas de procesamiento de información:</b> Análisis estadístico descriptivo e inferencial mediante las pruebas de ANOVA y Tukey mediante SPSS 26
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas		
¿Cuáles serán los metabolitos secundarios contenidos en el extracto etanólico de <i>Allium sativum</i> “ajo”?	Identificar los metabolitos secundarios contenidos en el extracto etanólico de <i>Allium sativum</i> “ajo”	El extracto etanólico de <i>Allium sativum</i> “ajo” presenta mayor efecto antibacteriano <i>in vitro</i> que el ciprofloxacino sobre <i>Staphylococcus aureus</i>		
¿Cuál será el efecto antibacteriano <i>in vitro</i> del extracto etanólico de <i>Allium sativum</i> “ajo” a una concentración de 100%, 75% y 50% sobre <i>Staphylococcus aureus</i> ?	Determinar el efecto antibacteriano <i>in vitro</i> del extracto etanólico de <i>Allium sativum</i> “ajo” a una concentración de 100%, 75% y 50% sobre <i>Staphylococcus aureus</i>			
¿Cuál será el efecto antibacteriano <i>in vitro</i> del extracto etanólico de <i>Allium sativum</i> “ajo” comparado con ciprofloxacino sobre <i>Staphylococcus aureus</i> ?	Comparar el efecto antibacteriano <i>in vitro</i> del extracto etanólico de <i>Allium sativum</i> “ajo” con ciprofloxacino sobre <i>Staphylococcus aureus</i>			

## Anexo 2. Operacionalización de las variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA
Extracto etanólico de <i>Allium sativum</i> “ajo”	Solución acuosa obtenida por medio de la maceración en etanol del ajo	Concentración	100% 75% 50%	Porcentaje
VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA
Efecto antibacteriano sobre <i>Staphylococcus aureus</i>	Disminución en el crecimiento normal de las bacterias	Halo de inhibición	Diámetro	mm

Anexo 3. Ficha de recolección de datos


**EFFECTO ANTIBACTERIANO *IN VITRO* DEL EXTRACTO  
ETANÓLICO DE *Allium sativum* “AJO” SOBRE *Staphylococcus aureus***

Nro. de Placa	Grupos experimentales			Grupos control	
	Diámetros de los halos de inhibición de los extractos etanólicos de <i>Allium sativum</i> “ajo”			Control Negativo (etanol 70°)	Control Positivo (ciprofloxacino)
	50%	75%	100%		
1	13,19	19,00	22,93	5,99	33,05
2	12,98	18,55	22,22	5,95	33,29
3	12,93	18,54	23,25	6,66	33,10
4	13,31	18,70	23,45	6,25	33,41
5	13,17	18,45	22,68	5,91	33,85
6	13,28	19,72	23,09	5,93	33,79
7	13,21	19,14	23,12	6,38	32,80
8	13,14	19,02	23,21	6,23	33,31
9	13,36	19,47	23,07	5,95	33,40
10	12,87	19,10	23,26	6,71	33,10

## Anexo 4. Certificado de la cepa *Staphylococcus aureus*



Certificate of Analysis: Lyophilized Microorganism Specification and Performance Upon Release

<b>Specifications</b> <b>Microorganism Name:</b> Staphylococcus aureus subsp. aureus <b>Catalog Number:</b> 0360 <b>Lot Number:</b> 360-407** <b>Reference Number:</b> ATCC® 25923™** <b>Purity:</b> Pure <b>Passage from Reference:</b> 3	<b>Expiration Date:</b> 2024/8/31 <b>Release Information:</b> <b>Quality Control Technologist:</b> Kieshia L Negen <b>Release Date:</b> 2022/9/11
<b>Performance</b>	
<b>Macroscopic Features:</b> Medium to large, convex, entire edge, both white and pale white colonies, opaque, beta hemolytic <b>Microscopic Features:</b> Gram positive cocci occurring singly, in pairs and in irregular clusters	<b>Medium:</b> SBAP smooth, <b>Method:</b> Gram Stain (1)
<b>ID System:</b> MALDI-TOF (1) See attached ID System results document.	<b>Other Features/ Challenges: Results</b> (1) Catalase (3% Hydrogen Peroxide): positive (1) Coagulase (rabbit plasma - tube): positive (1) Beta Lactamase (Cefinase Disk): negative (1) Ampicillin (10 mcg - Disk Susceptibility): 27 - 35 mm (1) Penicillin (10 units - Disk Susceptibility): 26 - 37 mm (1) Oxacillin (1 mcg - Disk Susceptibility): 18 - 24 mm   Amanda Kuperus Quality Control Manager AUTHORIZED SIGNATURE

\*\*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.

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.

⚠ Refer to the enclosed product insert for instructions, intended use and hazard/safety information.

Individual products are traceable to a recognized culture collection.



(\*) 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.



(1) These tests are accredited to ISO/IEC 17025:2005.

**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 the 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.

Sample Name: Staphylococcus aureus subsp. aureus  
 Sample Description: 0360  
 Sample ID: 360-407  
 Sample Creation Date/Time: 2018-09-05T12:23:16.417 MLB  
 Applied MSP Library(ies): BDAL, Mycobacteria Library (bead method), Filamentous Fungi Library 1.0, Listeria

Sample Name	Sample ID	Organism (best match)	Score Value
E12 (+++)(A)	360-407	Staphylococcus aureus	2.34


Comments:

N/A

## Anexo 5. Base de datos – SPSS versión 26

\*estadistica.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda



	Grupos	Halo	var	var	var	var	var
1	EE. Ajo - 50%	13,19					
2	EE. Ajo - 50%	12,98					
3	EE. Ajo - 50%	12,93					
4	EE. Ajo - 50%	13,31					
5	EE. Ajo - 50%	13,17					
6	EE. Ajo - 50%	13,28					
7	EE. Ajo - 50%	13,21					
8	EE. Ajo - 50%	13,14					
9	EE. Ajo - 50%	13,36					
10	EE. Ajo - 50%	12,87					
11	EE. Ajo - 75%	19,00					
12	EE. Ajo - 75%	18,55					
13	EE. Ajo - 75%	18,54					
14	EE. Ajo - 75%	18,70					
15	EE. Ajo - 75%	18,45					
16	EE. Ajo - 75%	19,72					
17	EE. Ajo - 75%	19,14					
18	EE. Ajo - 75%	19,02					
19	EE. Ajo - 75%	19,47					
20	EE. Ajo - 75%	19,10					
21	EE. Ajo - 100%	22,93					
22	EE. Ajo - 100%	22,22					
23	EE. Ajo - 100%	23,25					

Vista de datos Vista de variables

## Anexo 6. Fotografías de la parte experimental

Figura 2. Preparación de la muestra



Figura 3. Maceración de la muestra



**Figura 4. Preparación de los extractos**

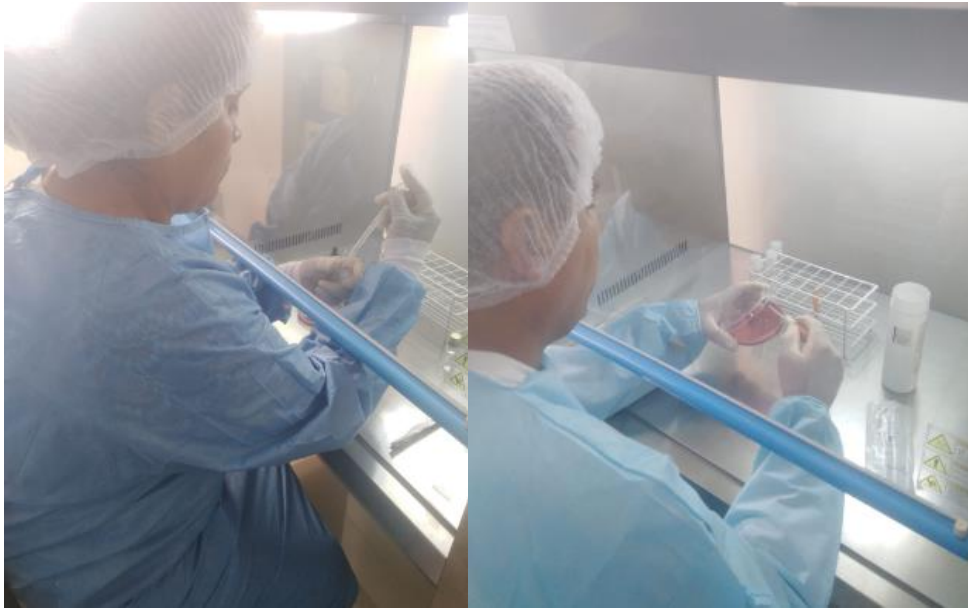




**Figura 5. Activación de la cepa**



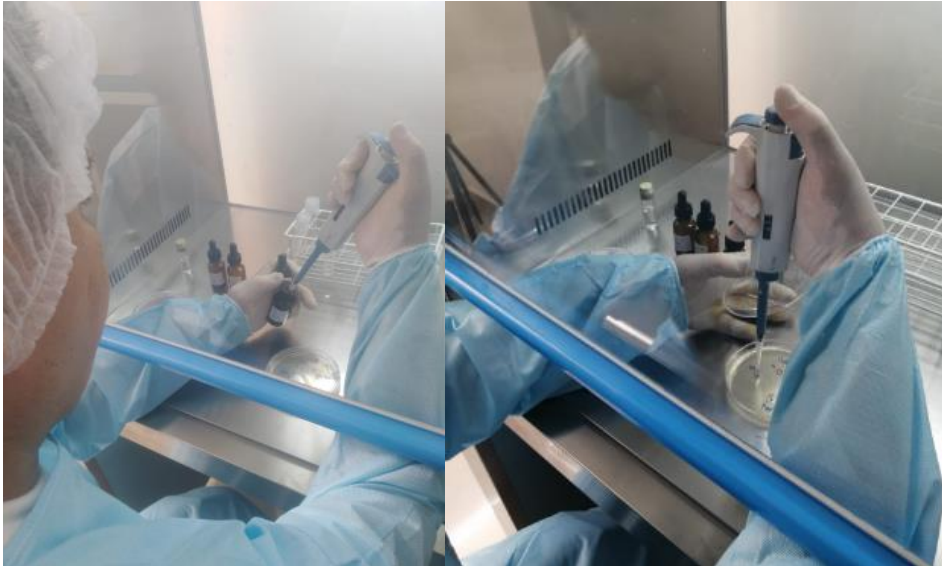
**Figura 6. Preparación del inóculo**



**Figura 7. Preparación de pozos en agar**



**Figura 8. Aplicación de los extractos**



**Figura 9. Incubación de placas**



Figura 10. Recolección de datos

