



Universidad
Norbert Wiener

Powered by Arizona State University

FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE FARMACIA Y
BIOQUÍMICA

Tesis

Efecto antibacteriano del extracto metanólico de las hojas de *Nasturtium officinale* “berro” sobre cepas de *Pseudomona aeruginosa*, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*

Para optar el título profesional de

Químico Farmacéutico

Presentado por

Autora: Broncano Giraldo, Anali Milagros

Código ORCID: 0000-0002-2522-3695

Autora: Pares Quispe, Lizeth Cristina


Código ORCID: 0000-0002-5227-5992

Asesor: Dr. Collanque Pinto, Jesús Daniel

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2855-1632>

Lima-Perú

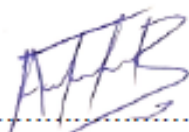
2023

| | | |
|--|---|-----------------------------|
|  Universidad Norbert Wiener | DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA Y DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN | |
| | CÓDIGO: UPNW-GRA-FOR-033 | VERSIÓN: 01 REVISIÓN: 01 |

Yo, Lizeth Cristina Pares Quispe / Anali Milagros Broncano Giraldo egresado de la Facultad de Farmacia y Bioquímica y Escuela Académica Profesional de Farmacia y Bioquímica / Escuela de Posgrado de la Universidad privada Norbert Wiener declaro que el trabajo académico "Efecto antibacteriano del extracto metanólico de las hojas de *Nasturtium officinale* "berro" sobre cepas de *Pseudomona aeruginosa*, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*." Asesorado por el docente: Jesús Daniel, Collanque Pinto DNI: 09401989 ORCID: 0000-0003 - 2855-1632 tiene un índice de similitud de 16...(Dieciseis) % con código verificable en el reporte de originalidad del software Turnitin.

Así mismo:

1. Se ha mencionado todas las fuentes utilizadas, identificando correctamente las citas textuales o paráfrasis provenientes de otras fuentes.
2. No he utilizado ninguna otra fuente distinta de aquella señalada en el trabajo.
3. Se autoriza que el trabajo puede ser revisado en búsqueda de plagios.
4. El porcentaje señalado es el mismo que arrojó al momento de indexar, grabar o hacer el depósito en el turnitin de la universidad y,
5. Asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión en la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas del reglamento vigente de la universidad.



.....
Firma de autor 1

Nombres y apellidos del Egresado
 Anali Milagros, Broncano Giraldo
 DNI: 76542611



.....
Firma de autor 2

Nombres y apellidos del Egresado
 Lizeth Cristina Pares Quispe
 DNI: 46243489



.....
Firma

Nombres y apellidos del Asesor
 Jesús Daniel, Collanque Pinto
 DNI: 09401989

Lima, 24 de Febrero de 2024

Tesis

Título: “Efecto antibacteriano del extracto metanólico de las hojas de *Nasturtium Officinale* “berro” sobre cepas de *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*”

Línea de investigación

Salud, Enfermedad y Ambiente

Asesor: Dr. Collanque Pinto, Jesús Daniel

Código Orcid: 0000-0003 -2855-1632

DEDICTORIA

Este presente trabajo está dedicado a mi madre y a mis hermanos que siempre creyeron en mí y me apoyaron todo en todo momento; a nuestro señor Dios por darme las fuerzas necesarias para seguir día a día, y a todos los docentes por la enseñanza brindada y por ser parte de mi formación académica.

Br. Broncano Giraldo, Anali Milagros

DEDICTORIA

A Dios por mantenerme saludable y permitirme llegar aquí, por ayudarme a superar diariamente en busca del desarrollo profesional y dando lo mejor a cada persona que conforma mi entorno.

A mis padres, que me apoyaron y me empujaron en todas las metas que me propuse, a todos los profesores por su tiempo, apoyo y conocimiento que nos han transmitido y a todas aquellas personas que me acompañaron en este proceso y me transmitieron su amor y cariño y motivación constante.

Br. Pares Quispe, Lizeth Cristina

AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento al Dr. Collanque Pinto, Jesús Daniel, por todas las enseñanzas y guiarnos en todo este proceso del desarrollo de nuestra tesis.

A la “Universidad Norbert Wiener” por todas las herramientas brindadas en todo nuestro desarrollo académico, por su amplia plana docente, y por permitirnos usar los laboratorios para el desarrollo de nuestra tesis.

Br. Broncano Giraldo, Anali Milagros

Br. Pares Quispe, Lizeth Cristina

INDICE GENERAL

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN.....xiii

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA.....1

1.1. Planteamiento del problema.....1

1.2. Formulación del problema.....2

1.2.1 Problema General.....2

1.2.2 Problemas específicos.....3

1.3. Objetivos de la investigación.....3

1.4.1. Objetivo general.....3

1.4.2. Objetivos específicos.....3

1.4. Justificación de la investigación.....4

1.4.1 Teórica.....4

1.4.2 Metodológica.....5

1.4.3 Práctica.....6

1.5. Delimitaciones de la investigación.....6

1.5.1 Temporal.....6

1.5.2 Espacial.....6

1.5.3 Recursos.....6

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....7

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Internacionales.....7

| | | |
|----------------------|--|-----------|
| 2.1.2 | Nacionales..... | 10 |
| 2.2 | Bases teóricas..... | 15 |
| 2.3 | Formulación de hipótesis..... | 30 |
| 2.3.1 | Hipótesis general..... | 30 |
| 2.3.2 | Hipótesis específica..... | 30 |
| CAPÍTULO III: | METODOLOGÍA..... | 31 |
| 3.1 | Método de investigación..... | 31 |
| 3.2 | Enfoque de la investigación..... | 31 |
| 3.3 | Tipo de investigación..... | 31 |
| 3.4 | Diseño de investigación..... | 31 |
| 3.5 | Población, muestra y muestreo..... | 31 |
| 3.6 | Variables y operacionalización..... | 33 |
| 3.7 | Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 34 |
| 3.7.1 | Técnica..... | 34 |
| 3.7.2 | Descripción de instrumentos..... | 34 |
| 3.7.3 | Validación..... | 36 |
| 3.8 | Plan de procesamiento y análisis de datos..... | 34 |
| 3.9 | Aspectos éticos..... | 34 |
| CAPÍTULO IV: | PRESENTACIÓN Y DISCUSION DE LOS | |
| | RESULTADOS..... | 37 |
| 4.1 | Resultados..... | 37 |
| 4.2 | Discusión de resultados..... | 44 |
| CAPÍTULO V: | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 46 |
| 5.1 | Conclusión..... | 46 |

| | |
|--------------------------|-----------|
| 5.2 Recomendaciones..... | 46 |
| REFERENCIAS..... | 47 |
| ANEXOS..... | 57 |

| INDICE DE TABLAS | Pag |
|---|------------|
| Tabla 1: Clasificación taxonómica del <i>Nasturtium Officinale</i> . | 16 |
| Tabla 2: Clasificación taxonómica de <i>Escherichia coli</i> | 22 |
| Tabla 3: Clasificación <i>Pseudomona aeruginosa</i> | 24 |
| Tabla 4: Clasificación <i>Staphylococcus aureus</i> . | 26 |
| Tabla 5: Patrón de turbidez de Mac Farland. | 29 |
| Tabla 6: Variables y operacionalización | 33 |
| Tabla 7: Prueba de solubilidad | 37 |
| Tabla 8: Marcha fotoquímica (análisis cualitativo) | 38 |
| Tabla 9: Pruebas de normalidad Shapiro Wilk | 41 |
| Tabla 10: Evaluación la igualdad de varianzas prueba de LEVENE | 39 |
| Tabla 11: Cálculo de medidas de tendencia central | 42 |
| Tabla 12: Prueba ANOVA | 42 |
| Tabla 13: Prueba de Tukey | 43 |

| INDICE DE FIGURAS | Pag |
|--|------------|
| Figura 1. Núcleo básico de los flavonoides, 2-fenilbenzopirona | 20 |
| Figura 2. Estructura del Ciprofloxacino | 27 |
| Figura 3. Mecanismo de acción del Ciprofloxacino. | 28 |
| Figura 4. Esquema Método Kirby-Bauer. | 29 |
| Figura 5. Diagrama de cajas. | 40 |
| Figura 6 Lugar de crecimiento del <i>Nasturtium Officinale</i> Curhuas-Huaraz. | 64 |
| Figura 7. Secado de las hojas de <i>Nasturtium Officinale</i> en la estufa esterilizadora. | 64 |
| Figura 8. Maceración metanólica de las hojas de <i>Nasturtium Officinale</i> . | 65 |
| Figura 9. Análisis cualitativo del extracto metanólico de <i>Nasturtium officinale</i> . | 65 |
| Figura 10. Prueba de solubilidad del Extracto metanólico de <i>Nasturtium officinale</i> . | 66 |
| Figura 11. Lectura de la dilución según escala de McFarland de las distintas cepas. | 66 |
| Figura 12. Sembrado de las diferentes cepas en el agar Mueller Hinton | 67 |
| Figura 13. Se colocó los discos y seguidamente se le introdujo los extractos con diferentes concentraciones. | 67 |
| Figura 14. Placas de Agar Mueller Hinton con <i>Pseudomona aeruginosa</i> y discos impregnados con extracto metanólico del <i>Nasturtium officinale</i> a diferentes concentraciones. | 68 |

- Figura 15.** Placas de Agar Mueller Hinton con *Estaphylcoccus aureus* y discos impregnados con extracto metanólico del *Nasturtium officinale* a diferentes concentraciones. 68
- Figura 16.** Placas de Agar Mueller Hinton con *Escherichia coli* y discos impregnados con extracto metanólico del *Nasturtium officinale* a diferentes concentraciones. 69
- Figura 17.** Medición de los halos de inhibición con un vernier. 69

RESUMEN

El presente trabajo tiene como **objetivo:** Determinar el efecto antibacteriano del extracto metanólico de las hojas de *Nasturtium officinale* “berro” sobre cepas de *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Escherichia coli* ATCC 10536 y *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. **Métodos:** el método que se utilizó fue disco difusión de Kirby-Bauer, para evaluar el efecto antibacteriano se utilizaron 72 placas con agar Mueller Hinton, divididos en 4 grupos para las diferentes concentraciones. **Resultados:** El extracto metanólico a base de las hojas de *Nasturtium Officinale* “berro”, presenta efecto antibacteriano sobre la cepa de *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 en diferentes concentraciones a comparación de *Escherichia coli* ATCC 10536 y *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 las cuales no presentaron efecto antibacteriano en ninguna concentración, el mayor efecto antibacteriano se dio en la concentración 100 mg/ml a diferencia de las demás concentraciones. **Conclusión:** Se demostró el efecto antibacteriano del extracto metanólico de las hojas de *Nasturtium officinale* “berro” sobre cepas de *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853.

Palabras claves: Efecto antibacteriano, extracto metanólico, *Nasturtium officinale* “berro”.

ABSTRACT

The objective of this work is to: Determine the antibacterial effect of the methanolic extract of the leaves of *Nasturtium officinale* "berro" on strains of *Pseudomona aeruginosa* ATCC 27853, *Escherichia coli* ATCC 10536 and *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. Methods: the method used was disc diffusion of Kirby-Bauer, to evaluate the antibacterial effect, 72 plates with Mueller Hinton agar were used, divided into 4 groups for the different concentrations. Results: The methanolic extract based on the leaves of *Nasturtium Officinale* "berro", has an antibacterial effect on the strain of *Pseudomona aeruginosa* ATCC 27853 in different concentrations, except for *Escherichia coli* ATCC 10536 and *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, which did not have an antibacterial effect at any concentration. , the greatest antibacterial effect occurred in the 100 mg/ml concentration, unlike the other concentrations. Conclusion: The antibacterial effect of the methanolic extract of the leaves of *Nasturtium officinale* "berro" on strains of *Pseudomona aeruginosa* ATCC 27853 was demonstrated.

Keywords: antibacterial effect, methanolic extract, *Nasturtium officinale* "berro".

INTRODUCCION

En los últimos años resurgió en todo el mundo la inclinación por el empleo de la medicina tradicional, además cabe mencionar que tiene una gran importancia por los aportes consecutivos que brinda a la medicina moderna, según consta en muchas manifestaciones de experiencias y testimonios históricos pertenecientes a diversas civilizaciones y culturas que mencionan el aprovechamiento de las plantas. En las siguientes líneas se detallaran las actividades que se realizaron en cada capítulo.

Capítulo I: El problema, en este capítulo se detallará la realidad problemática en la cual se basa este estudio experimental, se describirán los objetivos y la justificación de la investigación.

Capítulo II: Marco teórico, en este capítulo se describirá los antecedentes nacionales e internacionales, los cuales guardan relación con los objetivos de este trabajo, y las bases teóricas.

Capítulo III: Metodología, se describirán los métodos de investigación Diseño de la investigación, Población, muestra y muestreo, Variables y operacionalización, y las diferentes Técnicas e instrumentos de recolección de datos que se utilizaron.

Capítulo IV: Presentación y discusión de los resultados, en este capítulo se presentará los resultados de la investigación y se realizará la discusión con otros estudios.

Capítulo V: Conclusión y recomendaciones, se presentarán las conclusiones a las que se llegaron con el estudio y las recomendaciones brindadas a partir de este, finalmente se presentan la bibliografía y los anexos.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

Actualmente, las infecciones causadas por *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* son patógenos hospitalarios con altas tasas de letalidad; pueden producir enfermedades que van desde infecciones leves hasta enfermedades graves y potencialmente mortales. Son cuestiones de salud pública de importancia mundial. La Organización Mundial de la Salud informa que la resistencia a la ciprofloxacina es alta. Estos antibióticos se utilizan para tratar infecciones del tracto urinario causadas por *E. coli* y la resistencia varía entre el 8,4% y el 92,9%. Por otro lado, los pacientes con infecciones por *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina (SARM) tienen más probabilidades de morir que los antibióticos 64 % mayor en pacientes con infecciones sensibles a los medicamentos. (1)

El informe de vigilancia de resistencia antimicrobiana en bacterias de origen hospitalario del Instituto Nacional de Salud (INS), a nivel nacional reportó que la resistencia del *S. aureus* a la meticilina, penicilina, eritromicina y clindamicina fueron 84%, 99%, 80%, 75% respectivamente, la más comúnmente aislada a nivel intrahospitalario *e. coli* presenta resistencia a ampicilina mayor al 80%, al ácido

nalidixico y ciprofloxacina en más del 60%, para *Pseudomona aeruginosa* se registró que es resistente sobre pasa al 30% a todos los antimicrobianos. (2)

La Dirección General de Epidemiología del Ministerio de Salud reporta la prevalencia de infecciones asociadas a la atención de salud (IAAS), representando un 4,8% de incidencia en 2014 y un 3,9% en 2015. Asimismo, la prevalencia de pacientes con IAAS fue de 4,4% y 3,6% en esos años. (1)

En un estudio realizado localmente en el Centro Médico Naval en pacientes hospitalizados, una alta proporción de microorganismos aislados provino del 60% de las muestras de orina y el 30% del tracto respiratorio. Cuando se realizaron urocultivos se evidenció que la mayoría de las bacterias aisladas fueron generalmente *Escherichia coli* (67%), del tracto respiratorio *Staphylococcus sp.*(75%) y además, *Escherichia coli* fue resistente a penicilina, cefalotina, ampicilina/sulbactam. , tetraciclina, cotrimoxazol mostraron >50% de resistencia y 41% de ciprofloxacino.(2)

Hoy en día, la medicina alternativa y complementaria es una de las prácticas de salud más utilizadas en los países en desarrollo debido a sus diversos usos terapéuticos. Es una alternativa a los diversos tratamientos médicos tradicionales utilizados actualmente. La Organización Mundial de la Salud (OMS) promueve el uso de la medicina convencional porque el costo del tratamiento es más accesible para la población. (3)

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema General

¿Cuál será el efecto antibacteriano del extracto metanólico del *Nasturtium Officinale* sobre cepas de *Pseudomona aeruginosa* ATCC 27853, *Escherichia coli* ATCC 10536 y *Staphylococcus aureus* ATCC 25923?

1.2.2 Problemas específicos

1. ¿Cuál será el efecto antibacteriano del extracto metanólico del *Nasturtium Officinale* “berro” a una concentración de 25% sobre cepas de *Pseudomona aeruginosa* ATCC 27853, *Escherichia coli* ATCC 10536 y *Staphylococcus aureus* ATCC 25923?
2. ¿Cuál será el efecto antibacteriano del extracto metanólico del *Nasturtium Officinale* “berro” a una concentración de 50% sobre cepas de *Pseudomona aeruginosa* ATCC 27853, *Escherichia coli* ATCC 10536 y *Staphylococcus aureus* ATCC 25923?
3. ¿Cuál será el efecto antibacteriano del extracto metanólico del *Nasturtium Officinale* “berro” a una concentración de 75% sobre cepas de *Pseudomona aeruginosa* ATCC 27853, *Escherichia coli* ATCC 10536 y *Staphylococcus aureus* ATCC 25923?
4. ¿Cuál será el efecto antibacteriano del extracto metanólico del *Nasturtium Officinale* “berro” a una concentración de 100% sobre cepas de *Pseudomona aeruginosa* ATCC 27853, *Escherichia coli* ATCC 10536 y *Staphylococcus aureus* ATCC 25923?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar el efecto antibacteriano del extracto metanólico de las hojas de *Nasturtium officinale* “berro” sobre cepas de *Pseudomona aeruginosa* ATCC 27853, *Escherichia coli* ATCC 10536 y *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Determinar el efecto antibacteriano del extracto metanólico obtenido de las hojas de *Nasturtium officinale* “berro” al 25 % sobre cepas de *Pseudomona aeruginosa* ATCC 27853, *Escherichia coli* ATCC 10536 y *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.
2. Determinar el efecto antibacteriano del extracto metanólico obtenido de las hojas de *Nasturtium officinale* “berro” al 50 % sobre cepas de *Pseudomona*

aeruginosa ATCC 27853, *Escherichia coli* ATCC 10536 y *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.

3. Determinar el efecto antibacteriano del extracto metanólico obtenido de las hojas de *Nasturtium officinale* “berro” al 75 % sobre cepas de *Pseudomona aeruginosa* ATCC 27853, *Escherichia coli* ATCC 10536 y *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.
4. Determinar el efecto antibacteriano del extracto metanólico obtenido de las hojas de *Nasturtium officinale* “berro” al 100 % sobre cepas de *Pseudomona aeruginosa* ATCC 27853, *Escherichia coli* ATCC 10536 y *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 Teórica

Con la siguiente investigación se lograra demostrar que existen productos alternativos como es el extracto metanólico de las hojas del *Nasturtium officinale* comúnmente conocida como “berro” que tiene actividad antibacteriana para el tratamiento de infecciones leves hasta enfermedades graves potencialmente mortales producidos por estos microorganismos como *Pseudomona aeruginosa*, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. (4)

Este estudio es de alcance teórico y social, dicho proyecto contribuirá al desarrollo científico acerca de la efectividad de las plantas medicinales con propiedades antibacteriana, buscando ser una alternativa de prevención y tratamiento causadas por estas especies patógenas, de esta manera elaborar fármacos naturales. Se ha demostrado de que las hojas de *Nasturtium officinale* comúnmente conocida como “berro” tienen compuestos fenólicos y flavonoides, generando y promoviendo el uso alternativo de

productos naturales las cuales tienen actividad antibacteriana sobre cultivo de *Pseudomona aeruginosa*, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* esto permitirá que las poblaciones de escasos recursos económicos pueda acceder a tratamientos no farmacológicos las cuales pueden ser de fácil acceso, permitiendo el control de estos microorganismos. (5)

Por lo antes mencionado se realizará dicha investigación de la actividad antibacteriana de las hojas del *Nasturtium officinale* que será evaluada en 4 diferentes concentraciones, las investigaciones indican que a esas concentraciones presentan actividad antibacteriana. Se ha demostrado de que las hojas de *Nasturtium officinale* comúnmente conocida como “berro” tiene compuesto glucosinato, los principales componentes fenólicos que se encuentran en esta planta son: ácido dicafeoil tartárico, quercetina-3-O-rutinósido, ácido clorogénico e isoramnetina. El compuesto que le otorga la actividad antibacteriana es el isotiocianato de 2-feniletilo. (6)

1.4.2 Metodológica

En esta investigación se emplea una metodología de tipo experimental donde se establecen los objetivos, las hipótesis y el procedimiento de recolección de datos y ejecución, así como el acceso a los equipos e instrumentos necesarios para el desarrollo de la misma. El recurso vegetal tiene temporadas donde se puede obtener mayor principio activo, se recomienda recolectar la muestra en épocas donde las aguas de los riachuelos estén abundantes. Al ser una planta silvestre crece en los pantanos, en los meses de Octubre – Junio.

1.4.3 Práctica

Se busca encontrar la concentración ideal en la que el *Nasturtium officinale* “berro” realiza la actividad antibacteriana, con ello se busca brindar información para que se puedan elaborar productos farmacéuticos para el tratamiento coadyuvante de infecciones.

1.5 Delimitaciones de la investigación

Temporal

El presente estudio se realizara en el periodo Junio - octubre del año 2022.

Espacial

El siguiente estudio se realizó en los laboratorios de microbiología de la Universidad Privada Norbert Wiener, sin embargo, para la recolección de muestra deberá ser necesario viajar a la ciudad de Huaraz y realizar la recolección de la muestra.

Recursos

La obtención de la planta con las características óptimas para el estudio.

CAPÍTULO II: MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes Internacionales

Saman, et al., (2019) Irán. En su trabajo de investigación “Antibacterial and Antioxidant Activities of *Nasturtium officinale* Essential Oil on Food Borne Bacteria”. Su objetivo fue “Investigar las actividades antibacterianas y antioxidantes del aceite esencial de *Nasturtium officinale* en algunas bacterias importantes transmitidas por los alimentos”. Esta investigación fue un estudio experimental, para el aislamiento de los aceites esenciales, se utilizaron las partes aéreas secas de las plantas (50gr) se hidrodestilaron por separado en un aparato tipo Clevenger durante 3 h. Los aceites se secaron sobre sulfato de sodio anhidro y se mantuvieron a 4°C en viales marrones sellados hasta que se requirieron. La concentración mínima inhibitoria (MIC) de *Nasturtium officinale*. Se determinaron por el método de microdilución. La actividad antioxidante se realizó por el método DPPH y la decoloración de la solución de color púrpura oscuro. Con el aceite esencial del *N. officinale* en *Salmonella*

enterica y *Escherichia coli* mostraron la mayor resistencia (crecimiento de todas las cepas en concentraciones ≥ 25 %) y las cepas *Bacillus cereus* (gram positivas) tuvieron la mayor sensibilidad (crecimiento de todas las cepas en concentraciones $\leq 1,56$ %).) contra el aceite esencial de *N. officinale*. (7)

Omidi y Sharifi. (2018) Irán. Con su trabajo de investigación “D”. Su objetivo fue “Evaluar el efecto del extracto de metanol de *Nasturtium officinale* sobre el crecimiento y la formación del tapiz bacteriano de *Pseudomonas aeruginosa*”. Esta investigación fue un estudio descriptivo – laboratorio, para el extracto de la planta *Nasturtium officinale* se realizó la maceración en 80% de metanol y también se llevó al equipo de evaporador rotatorio. La concentración mínima inhibitoria (MIC) de *Nasturtium officinale* extractos se determinaron por el método de microdilución en caldo, la formación del tapiz bacteriano se investigó utilizando la placa de microtitulación y se tiñeron con cristal violeta. La concentración mínima inhibitoria de *Nasturtium officinale* contra *Pseudomonas aeruginosa* fue de 0,625 mg / ml y la concentración bactericida mínima de este extracto fue de 1,25 mg / ml. La inhibición de la formación del tapiz bacteriano por extracto de la planta *Nasturtium officinale* fue dependiente de la concentración. El porcentaje más alto de inhibición de la formación del tapiz bacteriano fue de 7.5 mg / ml y el porcentaje más bajo de inhibición de la formación del tapiz bacteriano estaba en la concentración de 0.11 mg / ml. La media de la inhibición del tapiz bacteriano de *Pseudomonas aeruginosa* por extractos de *Nasturtium officinale* fue de $72.69 \pm 22.27\%$. En las concentraciones de 7.5, 0.93, 0.46, 0.23 y 0.11 mg / ml, hubo una diferencia significativa entre las cepas clínicas y la cepa *Pseudomonas aeruginosa* ($P < 0.05$). Se concluye que el extracto metanólico de *Nasturtium officinale* (Berro) posee efecto antibacteriano y efecto antibiopelícula contra *Pseudomonas aeruginosa*. (8)

Salma, et al., (2019) Bangladesh. En su estudio titulado “The Antibacterial Activity of Ethanolic Extract of Cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) against two Food Borne Pathogens: *Staphylococcus aureus* And *Escherichia coli*”. Tuvo como objetivo “Evaluar la actividad antibacteriana in vitro del extracto etanólico aislado de corteza de *Cinnamomum zeylanicum* frente a dos patógenos transmitidos por alimentos, *Staphylococcus aureus* Gram positivo y *Escherichia coli* Gram negativo”. La metodología que se utilizó en el presente estudio fue experimental, el extracto se realizó utilizando etanol, la actividad antibacteriana se realizó mediante el método de difusión, también se analizó la actividad de los microorganismos de prueba frente a un antibiótico estándar amikacina (500 mg), el resultado se comparó con el de los extractos etanólicos. La canela tuvo actividad inhibitoria contra *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*. Se concluye que los extractos etanólicos fueron más efectivos contra *Staphylococcus aureus*, en comparación con *Escherichia coli*. (9)

Navarrete, (2019) Colombia. En su estudio titulado “Actividad in vitro de los extractos etanólicos de *Lantana camara L.*, *Petiveria alliacea L.* y *Lippia dulcis T.* frente a bacterias patógenas”. El objetivo de esta investigación fue “Determinar la actividad antibacteriana de extractos etanólicos de *Lantana camara L.*, *Petiveria alliacea L.* y *Lippia dulcis T.* sobre *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Proteus vulgaris* ATCC 6380 y *Staphylococcus aureus* ATCC 25923”. Se obtuvieron los extractos etanólicos por percolación y se realizó caracterización fitoquímica preliminar mediante cromatografía en capa delgada (CCD). Se evaluó la actividad antibacteriana, mediante pruebas de disco difusión y difusión en agar en concentraciones de 1mg/mL y 2mg/mL; para extractos activos se estableció la Concentración Inhibitoria mínima (CIM) y Concentración Mínima Bactericida (CMB). *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 fue sensible con *Lantana camara L.* y *Lippia*

dulcis T., las cepas *Proteus vulgaris* ATCC 6380 frente a los extractos de *Lantana camara* L. y *Lippia dulcis* T. tienen efecto inhibitorio superior al 50%. Se concluye que el extracto de *Lippia dulcis* T. presentó la mayor actividad inhibitoria sobre *S. aureus* (CMI: 1,95 mg/mL). Ningún extracto mostró actividad sobre *Escherichia coli* ni *Pseudomonas aeruginosa*. Algunos Metabolitos secundarios encontrados en el extracto de *L. dulcis* fueron terpenoides y cumarinas. (10)

Vanegas, (2020) Bogotá. En su estudio titulado “Actividad antimicrobiana de extractos etanólicos de plantas del género Piper frente a *Pseudomonas aeruginosa* y *Chromobacterium violaceum*”. El objetivo de esta investigación fue “Identificar extractos de plantas del género Piper que generen inhibición de crecimiento frente a *P. aeruginosa* y anti QS en *C. violaceum*”. El método de extracción se realizó a partir de la percolación del material vegetal seco y molido, se cubrió con etanol al 96%, para determinar la actividad antimicrobiana se utilizó el método de siembra en pozo, se utilizó agar Mueller Hinton a 37 °C midiendo los halos de inhibición a las 24 horas, se preparó una concentración de 60 mg/mL de cada extracto disuelto en Dimetil sulfóxido (DMSO), para realizar el procesamiento de datos se utilizó el software estadístico R. Se concluyó que *P. aeruginosa* 27853 presenta mayor resistencia al efecto ocasionado por las morfoespecies del género Piper evaluadas lo que infiere una mayor resistencia, las plantas del género Piper frente a *Pseudomonas aeruginosa* ATCC BAA047 y *Chromobacterium violaceum* ATCC 12472 tuvieron actividad antimicrobiana. (11)

2.1.2 Antecedentes nacionales:

Martinez, (2020) Trujillo. En su estudio titulado “Efecto antibacteriano y antifúngico in vitro del extracto etanólico de *Nasturtium officinale* (berro) sobre *Enterococcus faecalis* y *Cándida albicans*”. Tuvieron como objetivo “Determinar el efecto

antibacteriano y antifúngico in vitro del extracto etanólico de *Nasturtium officinale* sobre *Enterococcus faecalis* ATCC 29212TM y *Cándida albicans* ATCC 10231TM”. Se realizó un estudio experimental-transversal, se trabajó con las concentraciones de 20%, 40%, 60%, 80% y 100% de extracto etanólico de *Nasturtium officinale*. Como controles positivos se incluyó a la Clorhexidina para el *Enterococcus faecalis* ATCC 29212TM y la Nistatina para la *Candida albicans* ATCC 10231TM. Se usó placas con Agar Muller – Hinton para *Enterococcus faecalis* ATCC 29212TM y Agar Dextrosa Sabouraud para *Candida albicans* ATCC 10231TM. Para evaluar el efecto antibacteriano y antifúngico se empleó el método de pozos en agar. La lectura de las placas se realizó a las 24 horas a través de la inspección visual. Las medidas de los halos de inhibición del crecimiento del microorganismo fueron tomadas en milímetros empleando un calibrador vernier. Encontrándose que los promedios del halo de inhibición de crecimiento de *Enterococcus faecalis* ATCC 29212TM fue de 22.17 mm (20%), 23.08 mm (40%), 26.33 mm (60%), 28.58 mm (80%), 28.92 mm (100%) y de la clorhexidina fue de 23 mm. Los promedios del halo de inhibición de crecimiento de *Candida albicans* ATCC 10231TM fue de 10 mm (20%), 10.17 mm (40%), 10.33 mm (60%), 10.42 mm (80%), 13.92 mm (100%) y de la Nistatina fue de 19 mm. Se concluye que el extracto etanólico de *Nasturtium officinale* tiene efecto antibacteriano y antifúngico in vitro frente a las cepas de *Enterococcus faecalis* ATCC 29212TM y *Cándida albicans* ATCC 10231TM. (12)

Neira, (2018) Arequipa. En su estudio titulado “Evaluación de la actividad antimicrobiana de los extractos etanólicos de las plantas medicinales utilizadas por los pobladores de Tuctumpaya, Quequeña y chiguata, frente a bacterias gram positivas: *Staphylococcus aureus* – *Streptococcus pneumoniae* causantes de infecciones de importancia médica, Arequipa – Perú 2017”. Tuvieron como objetivo “Evaluar de la

actividad antimicrobiana de los extractos etanólicos de las plantas medicinales utilizadas por los pobladores de Tuctumpaya, Quequeña y Chiguata, frente a bacterias Gram positivas: *Staphylococcus aureus* – *Streptococcus pneumoniae* causantes de infecciones de importancia médica”. Se realizó una entrevista a 63 personas para saber cuáles de las 10 plantas medicinales eran las más usadas por los pobladores, se continuó con un estudio experimental, se obtuvieron las hojas y se secaron en estufa por 24 h a 60°C, seguidamente se realizó el extracto etanólico con alcohol étlico rectificado de 70 % hasta que cubrió por completo el contenido de las hojas molidas, para la evaluación de la actividad antimicrobiana se empleó el método difusión en discos basado en el método de Kirby y Bauer. Se concluye que el extracto etanólico de la Muña, Romero, Eter, Orégano presentan actividad antimicrobiana frente a *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus pneumoniae*. (13)

Mendizabal y Cuya. (2021) Lima. En su estudio titulado “Actividad antimicrobiana del extracto etanólico liofilizado de propóleo procedente de Ayacucho y Huaral frente a *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa*”. Tuvieron como objetivo “Evaluar la actividad antimicrobiana del extracto etanólico liofilizado de propóleo procedente de Ayacucho y Huaral sobre el crecimiento de *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 y *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027”. Realizaron un estudio experimental, las muestras de propóleo se recolectaron en el mes de setiembre, del centro poblado de Lamblan, para la preparación del extracto etanólico se utilizó alcohol étlico 96°, para la determinación de la actividad antimicrobiana se utilizó el método de difusión en agar. Encontrándose que el extracto etanólico liofilizado de propóleo procedente de Ayacucho presenta un CMI de 62,5 µg/mL sobre el crecimiento de *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 y un CMI de 500 µg/mL contra *Pseudomonas aeruginosa* ATCC

9027 así mismo en las muestras de propóleo Huaral se obtuvo un CMI de 125 µg/mL sobre el crecimiento de *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 y un CMI de 500 µg/mL contra *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027. Se concluye que los extractos de propóleo procedentes de Ayacucho y Huaral presentan actividad antimicrobiana sobre el crecimiento de *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 y *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027, presentando el extracto de Ayacucho mayor actividad antimicrobiana. (14)

Figuerola, (2018). Trujillo. En su estudio titulado “Efecto antibacteriano del extracto etanólico de *Raphanus sativus* sobre *Escherichia coli* cepa ATCC 25922 comparado con ciprofloxacino”. Tuvieron como objetivo “Evaluar si el extracto etanólico de *Raphanus sativus* tiene mayor efecto antibacteriano que el ciprofloxacino sobre cepas de *Escherichia coli* ATCC25922”. Se realizó un estudio de diseño experimental únicamente con post prueba y grupo control. Se utilizaron 2 kilos de las hojas de *Raphanus sativus* y se colocaron en un recipiente limpio con agua y se pusieron a secar en una estufa durante tres días, luego estas hojas secas se sumergieron en alcohol de 96° durante 5 a 8 días, estuvo en constante agitación, después se hizo una doble filtración, primero con gasa estéril y luego con papel filtro, se llevó la estufa a 40°C. Se utilizó el método de disco difusión de Kirby Bauer, empleando 8 discos de papel filtrado e impregnados con extracto etanólico del Rábano al 75%, estos papeles con el extracto se pusieron sobre las siembras de *Escherichia coli* en placas Petri, observando el resultado dentro 24- 48 horas, a través del método observacional se procedió a medir los halos de inhibición. Se empleó como control positivo al ciprofloxacino de 500 mg y como control negativo círculos de solución salina fisiológica. Encontrándose que el extracto etanólico de *Raphanus sativus* presentó efecto antibacteriano con un halo de inhibición promedio

de 11.1 mm y las cepas de *Escherichia coli* ATCC 25922 presentaron mayor halo de inhibición frente a ciprofloxacino. (15)

Anco y Gálvez. (2019) Lima. En su estudio titulado “Evaluación de la actividad antimicrobiana in vitro del extracto etanólico de las hojas de *Senecio hyoseridifolius wedd* (Llancahuasha) frente a cepas de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* y *Pseudomonas aeruginosa*”. Tuvieron como objetivo “Determinar la actividad antimicrobiana in vitro del extracto etanólico de hojas de *Senecio hyoseridifolius wedd* (Llancahuasha) frente a cepas de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* y *Pseudomonas aeruginosa*”. Se realizó un estudio descriptivo, básico y transversal. Se utilizaron 3500 gramos de hojas frescas de *Senecio hyoseridifolius wedd* (Llancahuasha), se procedió a realizar una cuidadosa selección de las hojas, luego se lavaron, posteriormente se realizó el secado natural por 3 días, luego se llevó a la estufa a 40 °C por 7 días, la preparación del extracto etanólico se realizó por el método de maceración, en un recipiente de vidrio ámbar de boca ancha de 3 Litros de capacidad, se colocaron 285 gramos de hojas de Llancahuasha trituradas. Luego se agregó alcohol etílico de 96° hasta cubrir la muestra, usando un total de 2200 mL de alcohol etílico. Luego se filtró el total de la solución utilizando algodón y gasa. Al líquido filtrado se le llamó extracto etanólico. El ensayo microbiológico se realizó por el método de difusión en agar. Se concluye que el extracto etanólico de las hojas de *Senecio hyoseridifolius wedd* (Llancahuasha) frente a *Staphylococcus aureus* ATCC 33591 a concentraciones de 200 mg/mL (100%), 100 mg/mL (50%) y 50 mg/mL (25%) presentan halos de inhibición promedio de 19 mm, 18 mm y 17.3 mm respectivamente, frente a cepas de *Staphylococcus epidermidis* ATCC 35984, presentan halos de inhibición promedio de 18 mm, 17 mm y 16.6 mm

respectivamente, frente a cepas de *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 15448 no presenta halos de inhibición, frente a cepas de *Escherichia coli* ATCC 25922 no presenta halos de inhibición. (16)

2.1 Bases teóricas

***Nasturtium Officinale* “berro”**

Nasturtium officinale “berro” es una planta perenne que presenta tallos angulosos, cóncavos, herbácea, que pertenece a la familia de las crucíferas, posee un tallo suave y ramificado. Mide de 10 a 50 cm de altura, la raíz crece de forma rastrera con rizomas, son de color blanco y pequeñas. Los frutos son vainas de color rojizas y de tamaño pequeño (se dice que un grano contiene aproximadamente 4,000 semillas) con un tiempo de duración de 5 años. Dicha planta es frecuente en oriente, creciendo de manera espontánea en las fuentesillas o riachuelos. (17) (22)

Hipócrates, quien fuera un médico reconocido del siglo V a.C menciona una de sus propiedades estimulantes y expectorantes, así como Dioscórides, médico, farmacólogo y botánico de la antigua Grecia, quien le otorga atributos afrodisíacos a dicha planta, el doctor inglés, Robert Brown, autor de una Flora (1810), fue quien le otorgó el nombre científico de “*Nasturtium officinale*”. Dicha planta es originaria de Europa y Asia Central, En el Oeste de Asia “Rusia Asiática o Euroasia”, es considerada una de las hortalizas consumidas por el hombre a través del tiempo. (18)

Hoy se tiene en conocimiento que son pocas las plantas que son ricas en vitamina A y C. Ya a mitad del siglo XVII era conocida por los herboristas como planta enemiga del escorbuto (19). Según la historia estos atributos se deben a la presencia de algunos flavonoides como la rutina.

Tabla 1. Clasificación taxonómica del *Nasturtium Officinale*. (20) (21)

| | |
|---------------|-----------------------|
| Reino | Plantae |
| Subreino | Tracheobionta |
| Superdivision | Spermatophyta |
| Division | Magnoliophyta |
| Clase | Magnoliopsida |
| Subclase | Deleniidae |
| Orden | Capparales |
| Familia | Brassicaceae |
| Genero | Nasturtium R. Br. |
| Especie | Nasturtium officinale |

Hábitat: Esta planta se desarrolla bien en el rango de temperatura de 10 a 30 °C.

El *Nasturtium officinale* “berro” es muy exigente tanto en agua como en cantidad de la misma, esta exigencia se debe a que la planta obtiene el nitrógeno a través del agua, crece en acequias y fuentecillas de agua con profundidad de 30 cm, porque en el suelo existen condiciones de anaerobiosis, la nitrificación casi no existe. La condición deseable debe ser de 8 ppm de nitrógeno, si no alcanza estos niveles se tiene que aumentar el caudal o la fertilización. El Ph que puede soportar esta planta oscila entre 5.5 a 8. La temperatura más

recomendable para esta planta es de 10 a 11°C, teniendo en cuenta que el agua debe estar en constante movimiento. (23) (25)

La época apropiada para la cosecha de los berros es el invierno, teniendo que las plantas más tiernas y de mejor sabor se pueden obtener en días templados y entre los meses de mayo a septiembre. (24)

Usos tradicionales:

El berro al poseer grandes beneficios es usado para diferentes tratamientos de afecciones como:

Sistema digestivo: El berro se utiliza exclusivamente en forma de extractos para beneficio de colagogo. (26)

Sistema respiratorio: Esta planta se recomienda como expectorante en el tratamiento de la bronquitis. Dicho beneficio se le atribuye a sus principios activos como son los sulfuros. (27)
(26)

Antimicrobiano: Esta planta actúa con mucha eficacia frente a *Pseudomona aeruginosa* *Staphylococcus aureus* debido a la presencia de flavonoides. (21)

Expectorante: Esta planta favorece la eliminación de mucosidad bronquial teniendo como resultado una mucosidad más fluida.

Cardioprotector: Se ha comprobado que en ratas mejora el perfil lipídico sanguíneo, probablemente como consecuencia de su alto poder antioxidante. (26)

Acción farmacológica

Las hojas y tallos del berro almacenan muchos fitonutrientes que tienen propiedades beneficiosas, sirven para la prevención de enfermedades y promoción de salud. Al tener bajas calorías y muy poca grasa, se recomienda para programas de reducción de la grasa corporal y control de colesterol. (24)

Además, el berro cuenta con distintos beneficios como: purificar la sangre, vigorizante general, purgante y refrescante, diurético, estimulante del corazón y del sistema nervioso. (24)

El flavonoide presente en esta planta como la rutina le brinda la propiedad bactericida, también contribuye a conservar la vitamina C presentes en dicha planta. (25)

Ayuda a prevenir la aparición del cáncer: Dicha propiedad se debe a unas sustancias presentes en el berro llamadas glucosinolatos, las cuales previenen el desarrollo de las células cancerosas. (24)

Antioxidante: inhibe enzimas como la sintasa del óxido nítrico inducible (iNOS) y la ciclooxigenasa 2 (COX2) esta propiedad fue estudiada en ratas los cuales dieron como resultado positivo para el poder antioxidante. (28)

Componentes químicos:

Ácidos: ascórbico, aspártico, glutámico

Aminoácidos: arginina, cisteína, glicina, histidina, isoleucina, metionina, alanina, prolina, fenilalanina, lisina, tirosina, treonina, valina (planta) Betacaroteno.

Glucósidos: sinigrina, sinalbina, glucotropeolina (aceite esencial 0.066%)

Vitaminas: A, C, B

Minerales: calcio, cobre fósforo, hierro magnesio, manganeso, potasio sodio, yodo zinc

Flavonoides: rutina. (29) (30)

Metabolitos secundarios

Los metabolitos secundarios son compuestos de bajo peso molecular, las cuales tienen una gran importancia en el proceso de adaptación de las plantas a su ambiente. (31)

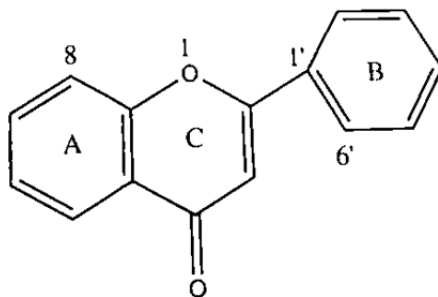
Son sin duda alguna, los compuestos de mayor interés farmacológico, los que van a constituir los llamados “principios activos” de la droga (32). Estos metabolitos cumplen funciones importantes en las plantas, como es el mecanismo de defensa contra microorganismos patógenos e insectos para una contención rápida frente a algún daño ya sea local o en sitios lejanos al daño, esto es conocido como la respuesta sistemática (33), estos metabolitos secundarios se pueden encontrar tanto en plantas frescas como en la planta desecada. (32)

Flavonoides

Los flavonoides son compuestos, productos de la ruta biosintética del ácido fenilpropanico, intervienen en los vegetales en la formación de pigmento, en la protección frente a la radiación ultravioleta, y posiblemente modificando la acción de distintas hormonas vegetales (auxinas y citoquinas).

Desde el punto de vista químico, los flavonoides son fenoles de tipo diaril-propano (Ar-C3-Ar) unidos, la mayoría, es una cadena de azúcar; está constituido por un anillo bencénico condensado a una alfa-pirona (o sus derivados) sustituida en posición 2(3) por un radical fenilo (Figura 1). (33)

Figura 1. Núcleo básico de los flavonoides, 2-fenilbenzopirona



Clasificación:

Varios subgrupos de flavonoides son clasificados de acuerdo con la sustitución del anillo C. En esta clasificación es importante el estado de oxidación del anillo heterocíclico y la posición del anillo B. Los tipos de flavonoides están relacionados por una ruta biosintética común, la que incorpora precursores de las rutas del shiquimato y la de acetatomalonato. (34)

Los flavanos, como la catequina, con un grupo -OH en posición 3 del anillo C. Flavonoles, representados por la quercitina, que posee un grupo carbonilo en posición 4 y un grupo -OH en posición 3 del anillo C. Las Flavonas, como la diosmetina, poseen un grupo carbonilo en posición 4 del anillo C y carecen del grupo hidroxilo en posición C3. Antocianidinas, que tienen unido el grupo -OH en posición 3 pero además poseen un doble enlace entre los carbonos 3 y 4 del anillo C. (35)

Funciones y Propiedades biológicas:

Los flavonoides son importantes para el desarrollo normal de las plantas; estos se encuentran localizados en la membrana del tilacoide de los cloroplastos, son utilizados en la vía de expresión de dos enzimas multigénicas: la fenilalanina amonio liasa y la chalcona sintasa y constituyen un grupo de sustancias colorantes importantes en las plantas. Las funciones de los flavonoides en las plantas se pueden resumir en tres grupos: papel de defensa, papel de señal química y efecto sobre las enzimas. (36)

Tienen diferentes propiedades biológicas como son: antiplasmodia, antihepatotóxico, antimicrobianas, antiinflamatorio, antiviral, antiúlceras, actividad antifúngica entre otros. (37)

Actividad contra la fragilidad capilar (Citrus, rutina y derivados).

Acción antiinflamatoria (taxifolina y bavaquinina).

Acción antialérgica (baicaleina y sales derivadas de las cromonas).

Antihepatotóxico (silimarina).

Antiesclerótica y antiedematosa (rutina).

Contra la arteriosclerosis.

Contra la diabetes mellitus (quercetina).

Expectorante.

Contra la úlcera al estómago y el duodeno.

Antiviral.

Antimicrobiano.

Acción diurética. (38)

Escherichia Coli

Taxonomía: *Escherichia coli* es un bacilo gram (-), no forma esporas, son móviles, (flagelos peritricos), aeróbica (39), catalasa positiva, oxidasa negativa, producen vitamina B y K, se puede transmitir indirectamente a través de agua o alimentos contaminados que no han sido pasteurizados. (40)

Tabla 2. Clasificación taxonómica de *Escherichia coli*

| Dominio | Bacteria |
|----------------|--------------------------------|
| Reino | Bacteria |
| Filo | Proteobacteria |
| Clase | Gammaproteobacteria |
| Orden | Enterobacteriales. |
| Familia | Enterobacteriaceae. |
| Género | Escherichia |
| Especie | Escherichia coli((E. freundii) |

Medios de cultivo: Las especies de *Escherichia coli* se desarrollan bien en agar sangre, agar EMB, agar Macconkey, agar SS y en medios diferenciales como: agar lia, citrato, urea, sim, TSI, etc. (41)

Generalidades: *Escherichia coli* al ser una bacteria mesófila es sensible a temperaturas inferiores a los 7°C y superiores de los 50°C, su óptimo de desarrollo se encuentra en el entorno de la temperatura corporal de los animales de sangre caliente (35-43 °C). (35); es la causa más común de infección del aparato urinario y es responsable de casi el 90% de las infecciones urinarias primarias en mujeres jóvenes. (42)

Epidemiología:

La Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura (FAO) menciona que “debido a su alta presencia en el intestino, la *Escherichia coli* es utilizada como indicador principal para detectar y medir la contaminación fecal en la evaluación de la inocuidad del agua y de los alimentos” ya que su presencia en agua y alimentos es indicio de presencia fecal. (43)

La OMS emitió una lista la cual se divide en tres categorías con arreglo a la urgencia en que se necesitan los nuevos antibióticos: prioridad crítica, alta o media. El grupo de prioridad crítica incluye las bacterias multirresistentes que son especialmente peligrosas en hospitales, entre tales bacterias se incluyen las siguientes: *Acinetobacter*, *Pseudomonas* y varias enterobacterias como *Klebsiella*, *Escherichia coli*, *Serratia*, y *Proteus*. (44)

Patogenia y virulencia: Las cepas *Escherichia coli* patógenas se clasifican según sus antígenos O (y se subdividen de acuerdo con los antígenos H y K). Son cepas importantes las: enteroadhesivas (ECEA), enteroinvasivas (ECEI), enterotoxigenas (ECET), enterohemorrágicas (ECEH): verotoxina citotóxica.

Control: Se basa en la higiene, el control de las infecciones intrahospitalarias y la disponibilidad de alimento y agua puros.

Tratamiento: la resistencia a la ampicilina y al cotrimoxazol en la actualidad es común, es por ello que la gentamicina sigue siendo recomendada para el tratamiento, también se pueden utilizar penicilinas y cefalosporinas. (45)

Pseudomona aeruginosa

Taxonomía: *Pseudomonas aeruginosa* es un bacilo aerobio, móvil, gram negativo que es más delgado y más pálido a la tinción que otras enterobacterias. Su característica bacteriológica más notable es la producción de pigmentos hidrosolubles de color. (46)

Tabla 3. Clasificación *Pseudomona aeruginosa*. (50)

| Reino | Bacteria |
|---------|-----------------------|
| Filo | Proteobacteria |
| Clase | GammaProteobacteria |
| Orden | Pseudomonadales |
| Familia | Pseudomonadaceae |
| Género | Pseudomonas |
| Especie | Pseudomona aeruginosa |

Medios de cultivo: Las especies de *Pseudomona* se desarrollan bien en agar sangre al 5%, agar macconkey, agar cetrimide, etc. (47)

Generalidades: Es una bacteria aerobios, su crecimiento oscila entre 20-40°C, produce hemólisis, no fermentan los azúcares (lactosa, glucosa), producen amoniaco y dióxido de carbono como fuente de nitrógeno y carbono respectivamente, catalasa positiva, oxidasa positiva.

Epidemiología: Dentro de las infecciones nosocomiales la bacteria *Pseudomonas aeruginosa* ocupa un lugar preponderante ya que constituye uno de los patógenos oportunistas de mayor frecuencia de aislamiento en los diversos procesos infecciosos. Por lo cual se plantea que los brotes por pseudomonas representan el 5 % de las infecciones nosocomiales. (48)

Patogenicidad: Es una bacteria invasora y toxigénica, produce infección en pacientes con inmunodeficiencia, es un patógeno nosocomial importante, causa enfermedades mortales. Los medios para controlar la infección son similares a los de otros patógenos nosocomiales. Puesto que las pseudomonas proliferan en los ambientes húmedos como vertederos, tinas de baño, regaderas, tuberías de agua calientes, etc. (49)

Staphylococcus aureus

Taxonomía: Está formado por cocos Gram positivos, con un diámetro de 0.5 a 1.5 µm, agrupados como células únicas, en pares, tétradas, cadenas cortas o formando racimos de uvas, es coagulasa positiva, catalasa positiva. (50)

Tabla 4. Clasificación *Staphylococcus aureus*. (50)

| Reino | Bacteria |
|---------|------------------------------|
| Filo | <i>Firmicutes</i> |
| Clase | <i>Bacilli</i> |
| Orden | <i>Pseudomonadales</i> |
| Familia | <i>Staphylococcaceae</i> |
| Género | <i>Staphylococcus</i> |
| Especie | <i>Staphylococcus aureus</i> |

Medios de cultivo: *Staphylococcus aureus* se desarrolla en agar Baird Parker, agar salado manitol, agar DNAsa, agar sangre 5%.

Generalidades: El crecimiento de esta bacteria se da en un rango amplio de temperatura 6,5 a 50 °C, la temperatura óptima es de 30 a 40 °C, reduce los nitratos, hidroliza la urea y reduce el azul de metileno, fosfatasa positiva.

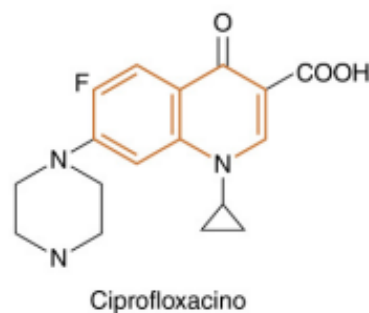
Epidemiología: *Staphylococcus aureus* es la principal causa de bacteriemia nosocomial en Norteamérica y Latinoamérica, y en Europa como la segunda causa de bacteriemia en hospitales.

Patogenicidad: Es un patógeno extraordinariamente bien dotado para colonizar e invadir al huésped y para protegerse contra muchos de sus mecanismos de defensa, y en la era preantibiótica las bacteriemias estafilocócicas causaban un 80 % de mortalidad. Se conoce que este microorganismo es de difícil tratamiento y es capaz de colonizar e invadir las células de su hospedero, lo cual es posible debido a su fisiopatología. (51) (52)

Control Positivo: Ciprofloxacino

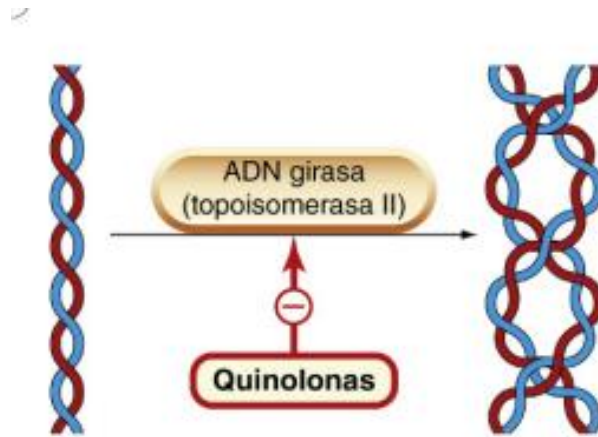
Es un antibiótico de amplio espectro eficaz tanto frente a microorganismos grampositivos como gramnegativos, un antimicrobiano de espectro reducido que se utiliza para tratar infecciones del tracto urinario.

Figura 2. Estructura del Ciprofloxacino. (56)



Mecanismo de acción: Estos fármacos inhiben la topoisomerasa II (un ADN girasa bacteriana), la enzima que genera un súper enrollamiento negativo del ADN y permite de esa manera la transcripción y la replicación. (56)

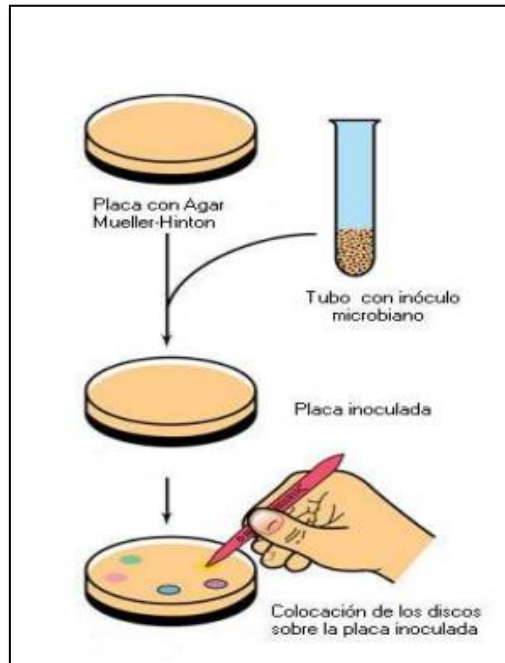
Figura 3. Mecanismo de acción del Ciprofloxacino. (56)



Aplicaciones clínicas: Es un antibiótico de amplio espectro que es eficaz contra microorganismos grampositivos y gramnegativos. Tiene una excelente actividad contra las enterobacterias, *Pseudomonas*, *estreptococos*, *neumococos*, incluidos muchos microorganismos resistentes a las penicilinas, cefalosporinas y existe una alta incidencia de resistencia en *estafilococos*. (56)

Método de difusión en disco de Kirby-Bauer: Este método se utiliza para determinar la sensibilidad a los agentes antimicrobianos, consiste en emplazar unos discos con unas cantidades exactas de diferentes agentes microbianos en una placa de cultivo en las que se ha inoculado el microorganismo que se quiere probar. A continuación, se observa el crecimiento del organismo (resistencia al fármaco) o la falta de este (sensibilidad al fármaco). Además, la zona del tamaño de inhibición del crecimiento está determinada por la concentración y la velocidad de difusión del antibiótico sobre el disco (42).

Figura 4. Esquema Método Kirby-Bauer. (42)



Escala de Mac Farland: Son patrones de turbidez utilizados en la preparación de suspensión de microorganismos generalmente destinados para la realización del antibiograma, el patrón de Mac Farland más utilizado es 0.5 la cual corresponde aproximadamente a una suspensión de 1.5×10^8 células bacterianas por mililitro. (57)

Tabla 5. Patrón de turbidez de Mac Farland. (57)

| Estándar | Ba Cl ₂ 1% Vol. (ml) | SO ₄ H ₂ O,18M (1% v/v) Vol (ml) | Correspondencia con la conc. Bacteriana (x 10 ⁸ ufc/ml) |
|----------|------------------------------------|---|---|
| 0,5 | 0,05 | 9,95 | 1,5 |
| 1 | 0,1 | 9,9 | 3 |
| 2 | 0,2 | 9,8 | 6 |
| 3 | 0,3 | 9,7 | 9 |
| 4 | 0,4 | 9,6 | 12 |
| 5 | 0,5 | 9,5 | 15 |
| 6 | 0,6 | 9,4 | 18 |
| 7 | 0,7 | 9,3 | 21 |

| | | | |
|----|-----|-----|----|
| 8 | 0,8 | 9,2 | 24 |
| 9 | 0,9 | 9,1 | 27 |
| 10 | 1,0 | 9,0 | 30 |

2.2 Formulación de Hipótesis

2.3.1 Hipótesis general

HI. El extracto metanólico de las hojas de *Nasturtium Officinale* “berro” presentará efecto antimicrobiano sobre cepas de *Pseudomona aeruginosa*, *Escherichia coli* ATCC 10536 y *Staphylococcus aureus* 25923.

2.3.2 Hipótesis específica

H₁. El extracto metanólico de las hojas de *Nasturtium Officinale* “berro” presentara efecto antimicrobiano al 25 % sobre cepas de *Pseudomona aeruginosa* ATCC 27853, *Escherichia coli* ATCC 10536 y *Staphylococcus aureus* 25923.

H₂. El extracto metanólico de las hojas de *Nasturtium Officinale* “berro” presentara efecto antimicrobiana al 50 % sobre cepas de *Pseudomona aeruginosa* ATCC 27853, *Escherichia coli* ATCC 10536 y *Staphylococcus aureus* 25923

H₃. El extracto metanólico de las hojas de *Nasturtium Officinale* “berro” presentara efecto antimicrobiana al 75 % sobre cepas de *Pseudomona aeruginosa* ATCC 27853, *Escherichia coli* ATCC 10536 y *Staphylococcus aureus* 25923.

H₄. El extracto metanólico de las hojas de *Nasturtium Officinale* “berro” presentara actividad antimicrobiana al 100 % sobre cepas de *Pseudomona aeruginosa* ATCC 27853, *Escherichia coli* ATCC 10536 y *Staphylococcus aureus* 25923.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 Método de la investigación

Método deductivo: Nos permite tener conclusiones o explicaciones a hechos particulares obtenidos de fundamentos teóricos. (55)

3.2 Enfoque de la investigación

La presente investigación es de enfoque cuantitativo: se pretende confirmar y predecir los fenómenos investigados, buscando regularidades y relaciones causales entre elementos. Esto significa que la meta principal es la formulación y demostración de teorías. (55)

3.3 Tipo de investigación

El estudio es de tipo Básica: El objetivo es incrementar los conocimientos científicos, pero sin contrastarlos con ningún aspecto práctico. (55)

3.4 Diseño de la investigación

Experimental: Porque se manipuló la variable independiente. (55)

3.5 Población, muestra y muestreo

Población:

Cepa *Escherichia coli* ATCC 10536, obtenida de un reconocido laboratorio.

Cepa *Pseudomona aeruginosa*, obtenida de un reconocido laboratorio.

Cepa *Staphylococcus aureus*, obtenida de un reconocido laboratorio.

La muestra vegetal se recolectó de la ciudad de Huaraz- Curhuas, se utilizaron aproximadamente 3 kilogramos de muestra vegetal.

Muestra: Se utilizarán las hojas del *Nasturtium Officinale* para realizar el extracto metanólico.

Muestreo: No probabilístico debido a que la muestra obtenida será recolectada del centro poblado Curhuas del Distrito de Independencia, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash en Perú.

3.6 Variables y operacionalización

Tabla 6. Variables y operacionalización.

| Variable | Definición Operacional | Dimensiones | Indicadores | Escala de medición | Escala valorativa |
|---|--|-------------------------|---------------------------------|------------------------|--|
| Extracto metanólico de las hojas de <i>Nasturtium Officinale</i> “Berro”. | Solución obtenida a partir de material vegetal, mediante maceración, utilizando un solvente, que estará en contacto con el material vegetal. | Metabolitos secundarios | Coloración Precipitación | Nominal Nominal | Positivo/ Negativo Positivo/ Negativo |
| | | Solubilidad | Disolución | Nominal | Si/No |
| Efecto antibacteriano | Rango de actividad de una sustancia contra los microorganismos. | Disco difusión | Halo de inhibición | Razón (Milímetros) | Sensible(S) Intermedio(I) Resistente (R) |

3.7 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.7.1 Técnica

Elaboración del extracto: Se realizó mediante secado y maceración metanólico.

Identificación de metabolitos: Se utilizó un análisis de coloración y precipitación.

Prueba de solubilidad: Se utilizó análisis de disolución.

Efecto antibacteriano: Se usó el Método de disco difusión de Kirby-Bauer.

3.7.2 Descripción de instrumentos

Recolección de la muestra:

Se recolectó 3 Kg a través del muestreo no probabilístico, la muestra se recolectó en el mes de junio - octubre aleatoriamente, se procedió a realizar el lavado con agua potable para así descartar cualquier microorganismo de la muestra.

Extracto metanólico:

Se llevó la muestra limpia a una estufa de calor convencional a una temperatura de 40°C por un tiempo 48 horas, se tritura y seguidamente se realiza el macerado, consiste en remojar el material vegetal (hojas) trituradas en metanol por 7 días, se utilizará un recipiente con tapa en la cual se dejará en reposo con agitación esporádica. Para así extraer los componentes de la muestra mediante extracción.

Estudio microbiano:

Preparación del agar Mueller Hinton:

Se preparó de acuerdo a las instrucciones del fabricante, el cual consiste en pesar el agar y agregarle agua destilada, se homogeniza en baño maría y luego se esteriliza en

autoclave 15 min a 121 °C. Repartir el medio en placas Petri (25 – 30 ml de 100 mm de diámetro) de manera que el grosor del agar en la placa sea de 4 mm. (58)

Preparación de las cepas:

El procedimiento se inicia con la activación de las dos cepas (american tipe culture collection) las cuales se obtuvieron de un laboratorio reconocido, para las cuales se emplearon dos tubos de 13x100 mm, con un asa de siembra se tomaron 4 o 5 colonias aisladas y se diluyeron en solución salina estéril, se verificará la densidad correcta en un espectrofotómetro, cuya absorbancia a 625 nm es 0.08 a 0.10 para el estándar McFarland de 0.5 (1.5×10^8 bacterias / ml) (58).

Método de disco difusión de Kirby-Bauer:

Se sumergió un hisopo estéril en el tubo que contenía la cepa diluida y se procedió a sembrar estriando uniformemente y rotando la placa cada 60°, seguidamente se esperó de 4 a 5 minutos para colocar los discos las cuales contenían diferentes concentraciones del extracto teniendo en cuenta que en cada placa solo pueden ir de 3 a 5 discos, esto se realizó con una pinza estéril, seguidamente se llevó a incubar a 35 a 37 °C durante 18 a 24 horas.

Para realizar la medición de los halos de inhibición se utilizó un calibre vernier y se procedió a anotar los datos obtenidos.

La interpretación de los resultados se tomó como referencia la escala de Duraffourd:

- Nula (-) si es inferior o igual a 8 mm
- Sensible (sensible = +) de 9 a 14 mm
- Muy sensible (muy sensible = ++) de 15 a 19 mm
- Sumamente sensible (S. S= +++) si fue igual o superior a 20 mm. (58) (59).

3.7.3 Validación

El método es el Disco Difusión Kirby-Bauer el cual ya se encuentra validado.

(58)(59)

3.8 Plan de procesamiento y análisis de datos

Recolección de datos: Los datos fueron almacenados en un archivo de datos en el programa Microsoft Excel y seguidamente se realizó estadística descriptiva e inferencial utilizando el programa estadístico SPSS 28. Se realizarán las pruebas de supuestos de normalidad y comparación de medidas, en caso no cumplir los supuestos de normalidad se aplicará la prueba de Mann-Whitney.

3.9 Aspectos éticos

Se revisó el Reglamento de código de ética para la investigación de la Universidad Norbert Wiener.

El presente estudio es de tipo *in vitro* no implica riesgo para el ser humano o animales ya que no se trabajará con ellos.

Se solicitó el permiso correspondiente a la Facultad de Farmacia y Bioquímica, para la realización del estudio.

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1 Resultados

4.1.1 Análisis descriptivo de los resultados

Los análisis para la obtención de resultados fueron:

- Prueba de solubilidad
- Marcha fitoquímica (análisis cualitativo)
- Efecto antibacteriano del extracto metanólico de las hojas de *Nasturtium officinale*.

4.1.1.1 Estudio experimental

- **Prueba de solubilidad**

Tabla 7. Prueba de solubilidad del extracto metanólico de las hojas de *Nasturtium officinale* “berro”

| Solvente | Extracto metanólico |
|------------------|---------------------|
| Agua destilada | +++ |
| Metanol | ++++ |
| Etanol 70% | +++- |
| Etanol 90% | +++ |
| Acetato de etilo | +++ |

| | |
|---------------|------|
| Acetona | +--- |
| Diclorometano | +++- |
| Cloroformo | +++- |
| Éter etílico | ++++ |
| Benceno | +--- |
| Hexano | ---- |

Interpretación de solubilidad:

++++: Totalmente soluble

+++ -: parcialmente soluble

++ -: poco soluble

+---: muy poco soluble

----: insoluble

En la tabla 7 se puede observar que el extracto metanólico de las hojas *Nasturtium officinale* “berro” es totalmente soluble en Metanol y Éter etílico, es parcialmente soluble en Agua destilada, Etanol 70%, Diclorometano y Cloroformo, poco soluble en Etanol 90%, muy poco soluble en Benceno e insoluble en Hexano.

- **Marcha fitoquímica (análisis cualitativo)**

Tabla 8. Análisis cualitativo del extracto metanólico de las hojas *Nasturtium officinale* “berro”.

| Constituyente químico | Método de ensayo | Reacción |
|----------------------------|--------------------------------|----------|
| | Reactivo de ensayo | |
| Alcaloides | Dragendorff | +++ |
| | Mayer | - |
| | Sonnenschein | - |
| | Wagner | ++ |
| | Popoff | |
| Flavonoides | Hidróxido de sodio 30 % | + |
| | Shinoda | ++ |
| Taninos | Agua de bromo | - |
| | Reacción con FeCl ₃ | ++ |
| Fenoles | FeCl ₃ 5 % | ++ |
| Cumarinas | Hidróxido de sodio 10 % | - |
| Antocianinas | Hidróxido de sodio | + |
| Triterpenos y/o esteroides | Reacción de Liebermann | + |
| | Burchard | |
| Saponinas | Prueba de la espuma | ++ |
| Quinonas y antraquinonas | Ensayo de Borntrager | + |

| | | |
|--------------------|---------------------|----|
| Leucoanticianidina | Ensayo de Rosenheim | ++ |
|--------------------|---------------------|----|

(-) Negativo, (+) Baja evidencia, (++) Evidencia, (+++) Alta evidencia

Tabla 8. Se puede observar que el extracto metanólico de las hojas *Nasturtium officinale* “berro”, presentan los siguientes metabolitos alta evidencia de alcaloides, evidencia flavonoides, taninos, fenoles, saponina, leucoantocianidina, baja evidencia de antocininas triterpenos y/o esteroide, quinonas y antraquinonas.

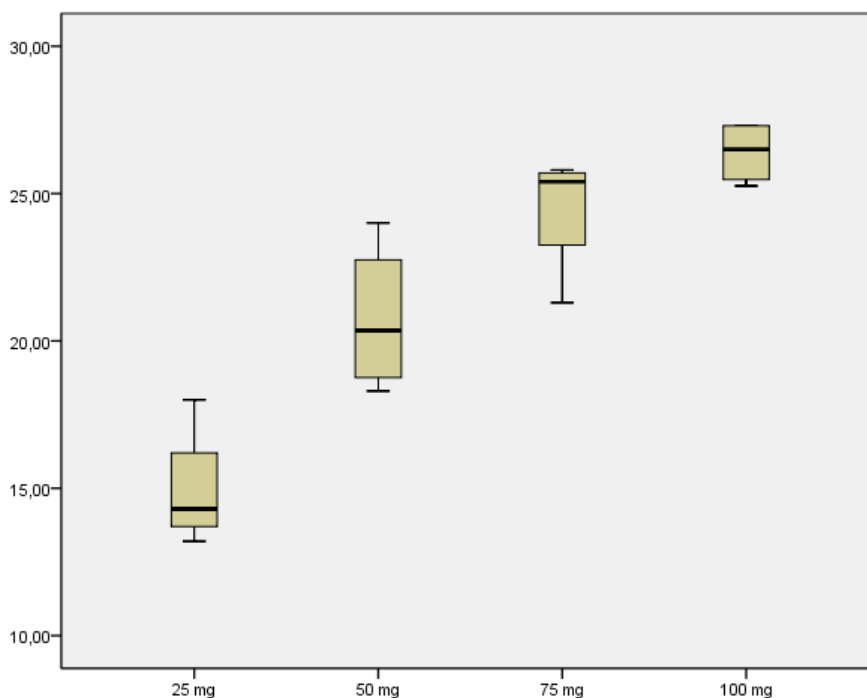
4.1.1.1 Estudio del efecto antibacteriano

Para la cepa de *Escherichia coli* ATCC 10536 no se observó ningún efecto.

Para la cepa de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 no se observó ningún efecto.

Para de *Pseudomona aeruginosa* ATCC se describe a continuación los resultados:

Figura 5. Diagrama de cajas



En la tabla 9 podemos observar una caja más pequeña en el conjunto de datos para el efecto antibacteriano del extracto metanólico obtenido de las hojas de *Nasturtium officinale* “berro” al 100 % con respecto al resto, lo cual nos indica que hay una menor dispersión de los valores obtenidos en este grupo.

Además, observamos que tanto las cajas, como las medianas; tienen una tendencia creciente; lo cual nos indica que a medida que se incrementa el porcentaje del extracto de 25 % a 100 %, los valores obtenidos van aumentando.

Tabla 9. Pruebas de normalidad Shapiro Wilk; la hipótesis que se planteará será:

$$H_0 : x_i \sim \text{Normal}$$

| Pruebas de normalidad | | | |
|------------------------------|--------------|-----|------|
| | Shapiro-Wilk | | |
| | Estad. | g.l | Sig |
| 25 mg/ml | ,839 | 4 | ,193 |
| 50 mg/ml | ,948 | 4 | ,701 |
| 75 mg/ml | ,732 | 4 | ,026 |
| 100 mg/ml | ,816 | 4 | ,135 |

Como se puede apreciar los p-valor obtenidos para los grupos aplicados al: 25%; 50% y 100 % son mayores a 0.05, lo cual no me permite rechazar el H_0 ; por tanto los datos en esos tres grupos siguen una distribución normal.

Si bien para el grupo de 75% el p-valor obtenido (0,026) es menor a 0.05 y eso indicaría que debo rechazar mi hipótesis de normalidad y asumiría que mis datos no siguen una distribución normal en este grupo, pero como los otros tres grupos (25%, 50 % y 100 %) si siguen una distribución normal, se asumirá la normalidad para los cuatro grupos.

Tabla 10. Evaluación la igualdad de varianzas prueba de LEVENE; la hipótesis que nos plantearemos es:

$$H_0 : \sigma_i^2 = \sigma_j^2$$

| Prueba de homogeneidad de varianzas | | | |
|-------------------------------------|-----|-----|------|
| Estadístico de Levene | df1 | df2 | Sig. |
| ,870 | 3 | 12 | ,484 |

El p-valor obtenido es 0.484, un valor mayor a 0.05; por lo tanto no puedo rechazar H_0 , por ello asumo igualdad de varianzas.

Tabla 11. Cálculo de medidas de tendencia central, esta prueba permitirá verificar si es que la media o promedio de mi variable de estudio es la misma para cada grupo.

| | | Estadísticos | | | |
|---------|--|--------------|----------|----------|-----------|
| | | 25 mg/ml | 50 mg/ml | 75 mg/ml | 100 mg/ml |
| N | | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Media | | 14,9500 | 20,7525 | 24,4750 | 26,3900 |
| Mediana | | 14,3000 | 20,3550 | 25,4000 | 26,5000 |

Como se puede apreciar en la tabla 11, si existe diferencias entre las medias o promedios de cada grupo, ahora tendremos que determinar si es que estas diferencias son estadísticamente significativas.

Tabla 12. Prueba ANOVA la cual se usará para ver si hay diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.

La hipótesis a plantear será:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

| ANOVA | | | | | |
|------------------|-------------------|----|------------------|--------|-------|
| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
| Entre grupos | 304,574 | 3 | 101,525 | 24,481 | ,0001 |
| Dentro de grupos | 49,766 | 12 | 4,147 | | |
| Total | 354,340 | 15 | | | |

El p-valor obtenido es 0.0001, un valor menor a 0.05, por lo tanto, rechazo H_0 , se puede decir que si existe diferencia estadísticamente significativa entre los promedios o medias de cada grupo.

Tabla 13. Prueba de Tukey, la cual nos permitirá saber si existe diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.

La hipótesis a plantear será:

$$H_0 : \mu_i = \mu_j$$

| Comparaciones múltiples | | | | | | |
|-------------------------|-------|----------------------------|----------------|------|-------------------------------|-----------------|
| HSD Tukey | | | | | | |
| (i)% | (j) % | Diferencia de medias (I-J) | Error estándar | Sig. | 95% de intervalo de confianza | |
| | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| 25% | 50% | -5,80250* | 1,43999 | ,008 | -10,0777 | -1,5273 |
| | 75% | -9,52500* | 1,43999 | ,000 | -13,8002 | -5,2498 |
| | 100% | -11,44000* | 1,43999 | ,000 | -15,7152 | -7,1648 |
| 50% | 25% | 5,80250* | 1,43999 | ,008 | 1,5273 | 10,0777 |
| | 75% | -3,72250 | 1,43999 | ,096 | -7,9977 | ,5527 |
| | 100% | -5,63750* | 1,43999 | ,010 | -9,9127 | -1,3623 |
| 75% | 25% | 9,52500* | 1,43999 | ,000 | 5,2498 | 13,8002 |
| | 50% | 3,72250 | 1,43999 | ,096 | -,5527 | 7,9977 |
| | 100% | -1,91500 | 1,43999 | ,563 | -6,1902 | 2,3602 |
| 100% | 25% | 11,44000* | 1,43999 | ,000 | 7,1648 | 15,7152 |
| | 50% | 5,63750* | 1,43999 | ,010 | 1,3623 | 9,9127 |
| | 75% | 1,91500 | 1,43999 | ,563 | -2,3602 | 6,1902 |

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Como se puede apreciar en la tabla 13 los p-valores menores a 0.05, así que podemos concluir que existen diferencias estadísticamente significativas; lo cual se confirma con los límites de los intervalos, ya que estos intervalos no contienen al valor cero.

4.2 Discusión de resultados

En esta sección se dará a conocer la discusión de los resultados de nuestra investigación:

De acuerdo a los resultados obtenidos sobre la solubilidad se puede observar que el extracto metanólico de las hojas *Nasturtium officinale* “berro” es totalmente soluble en metanol y éter etílico, es parcialmente soluble en Agua destilada, Etanol 70%, diclorometano y Cloroformo, poco soluble en Etanol 90%, muy poco soluble en Benceno e insoluble en Hexano, estos resultados guardan relación con lo indica Fuentes (59). El cual indica que el *Nasturtium Officinale* es soluble en cloroformo y etanol y no es soluble en agua.

Seguidamente en la marcha fitoquímica se puede observar que se demostró la presencia de alcaloides, flavonoides, taninos, fenoles, triterpenos y/o esteroides, saponinas, quinonas y antraquinonas y leucoanticianidina, esto concuerda con Yambay (60), el cual evidencio en su estudio la presencia de flavonoides, taninos, quinonas, cumarinas, azúcares reductores, triterpenos y/o esteroides. Por otra parte, Fuentes (59), quien es su trabajo de tesis titulada “Actividad cicatrizante de los compuestos fenólicos aislados de las hojas de *Nasturtium officinale* “berro” en *Rattus Norvejicus* “rata”. Ayacucho 2018” evidencio la presencia de flavonoides y fenoles, se sabe que la actividad antibacteriana del *Nasturtium officinale* es gracias a la rutina, un flavonoide presente en dicha planta (60). Al comparar las evidencias de Fuentes (59) y Yambay (60) se puede deducir que los compuestos que se encuentran en su mayoría en el *Nasturtium officinale* son fenoles y flavonoides. Igualmente, Saez, K., Manrique, K (61), realizaron una marcha fotoquímica del extracto hidroalcolico de las

hojas de *Nasturtium officinale* W.T. Aiton (berro); en la cual evidencio la presencia de metabolitos secundarios en mayor cantidad de flavonoides, saponinas y alcaloides.

En referencia a la evaluación del efecto antibacteriano del extracto metanólico de *Nasturtium Officinale* (berro) al 25%, 50%, 75%,100% de concentración sobre *Pseudomona aeruginosa*, se demostró que tiene efecto antibacteriano significativo, esto puede guardar relación con respecto a la investigación de Omid (8), el cual determino el efecto del extracto metanólico de *Nasturtium officinale* sobre el crecimiento y formación de biopelículas de *Pseudomonas aeruginosa*, en cual evidencio que el *Nasturtium officinale* tienen efecto antibacteriano y antibiopelícula. Además Etemadi (63), en su investigación del efecto antibacteriano del extracto de *Nasturtium officinale* en bacterias patógenas orales comunes frente a *Streptococcus mutans* , *Lactobacillus acidophilus* , *Pseudomonas aeruginosa* , *Enterococcus faecalis* y *Staphylococcus aureus* el resultado fue que *Nasturtium officinale* inhibió de forma eficaz el crecimiento de las bacterias orales analizadas a diferentes concentraciones, pero fue más eficaz contra *Streptococcus mutans* , *Enterococcus faecalis* y *Staphylococcus aureus*.

En referencia a la evaluación del efecto antibacteriano del extracto metanólico de *Nasturtium Officinale* (berro) al 25%, 50%, 75%,100% de concentración sobre *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*, se demostró que no tiene efecto antibacteriano, esto difiere en la investigación de Farshbaf (62), el cual evaluó los efectos antibacterianos de extractos acuosos y alcohólicos de *Nasturtium Officinale* sobre algunos patógenos, en el cual evidencio que los extractos acuoso y alcohólico de *N. officinale* afectan el crecimiento de bacterias grampositivas (*Staphylococcus aureus* y *Listeria monocytogenes*) pero no las gramnegativas (*Salmonella typhimurium* y *Escherichia coli*).

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

En esta investigación se concluye:

1. Se demostró que el extracto metanólico obtenido de las hojas de *Nasturtium officinale* “Berro” al 25 % tiene efecto antibacteriano sobre *Pseudomona aeruginosa*, en las cepas *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* no se observó ningún efecto.
2. Se demostró que el extracto metanólico obtenido de las hojas de *Nasturtium officinale* “Berro” al 50 % tiene efecto antibacteriano sobre *Pseudomona aeruginosa*, en las cepas *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* no se observó ningún efecto.
3. Se demostró que el extracto metanólico obtenido de las hojas de *Nasturtium officinale* “Berro” al 75 % tiene efecto antibacteriano sobre *Pseudomona aeruginosa*, en las cepas *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* no se observó ningún efecto.
4. Se demostró que el extracto metanólico obtenido de las hojas de *Nasturtium officinale* “Berro” al 100 % tiene efecto antibacteriano sobre *Pseudomona aeruginosa*, en las cepas *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* no se observó ningún efecto.

5.2 Recomendaciones

- a. Continuar con los estudios farmacológicos del *Nasturtium officinale* “berro”.
- b. Realizar estudios más específicos, para que se pueda identificar cual es el tipo de metabolito que produce el efecto antibacteriano.
- c. Realizar investigaciones posteriores para evaluar el efecto antioxidante *Nasturtium officinale* “berro”.

Referencias bibliográficas

1. Palomino L, Aguirre L. Lineamientos para la Vigilancia, Prevención, y Control de las Infecciones Asociadas a la Atención de Salud. Documento técnico. Miniteria de salud; 2016.
2. Avellaneda J, Pecho E. Estudio de resistencia a los antimicrobianos en el centro médico naval de enero a diciembre del 2000 [Tesis para optar el título profesional de Químico Farmacéutico]. Lima: Universidad Mayor de San Marcos; 2001. Disponible en: https://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtualData/Tesis/Salud/Avellaneda_M_J/t_complet.pdf
3. OMS, Medicina tradicional: definiciones [Internet]. WHO. [citado el 18 de abril de 2022]. Disponible en: https://www.who.int/topics/traditional_medicine/definitions/es/
4. Duran, F. 2009. Plantas aromáticas y medicinales: Berro. 1ra. Ed. Editorial Grupo Latino. Bogotá, Colombia. 160 p.
5. Hernández L. Actividad inhibitoria letal de los extractos de ajo para Escherichia coli y L. Innocua. [Tesis Pregrado] Puebla: Universidad de las Américas Puebla; 2012.
6. Aires A, Carvalho R, Rosa E, Saavedra M. Phytochemical characterization and antioxidant properties of baby-leaf watercress produced under organic production system. CyTA - Journal of Food, 2013; 11(4) :343-351
7. Saman M, Mojtaba K, Hossein S, Alireza I. Antibacterial and Antioxidant Activities of Nasturtium officinale Essential Oil on Food Borne Bacteria. [Artículo] 201; 13, 81-85 [Consultado el 29 de abril de 2022]. Disponible en: <https://openmicrobiologyjournal.com/VOLUME/13/PAGE/81/FULLTEXT/>
8. Orio O, Asghar S. Efecto del extracto metanólico de Nasturtium officinale sobre el crecimiento y formación de biopelículas de Pseudomonas aeruginosa. [Artículo] 2018;

- 20(2) [Consultado el 31 de abril de 2022]. Disponible en:
http://goums.ac.ir/journal/browse.php?a_code=A-10-1-1040&slc_lang=en&sid=1
9. Salma U, Saha S, Sultana S, Ahmed S, Haque S, Mostaqim S. The Antibacterial Activity of Ethanolic Extract of Cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) against two Food Borne Pathogens: *Staphylococcus aureus* And *Escherichia coli*. *Mymensingh Med J.* [Artículo] 2019;28 (4):767-772.
 10. Navarrete N, Pita O, Sanchez R. Actividad in vitro de los extractos etanólicos de *Lantana camara* L., *Petiveria alliacea* L. y *Lippia dulcis* T. frente a bacterias patógenas. [Artículo] 2020; 18(33): 1794-2470 [Consultado el 31 de abril de 2022]. Disponible en:
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-24702020000100053
 11. Venegas D. Actividad antimicrobiana de extractos etanólicos de plantas del género *Piper* frente a *Pseudomonas aeruginosa* Y *Chromobacterium violaceum* [Tesis para optar el título de Bióloga]. Bogotá: Universidad de la Salle; 2020. Disponible en:
<https://ciencia.lasalle.edu.co/biologia/81/>
 12. Martinez V. Efecto antibacteriano y antifúngico in vitro del extracto etanólico de *Nasturtium Officinale* (Berro) sobre *enterococcus Faecalis* y *Candida Albicans* [Tesis para optar el título profesional de cirujano Dentista]. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego;2020. Disponible en:
<https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/7289>
 13. Neira J. Evaluación de la actividad antimicrobiana de los extractos etanólicos de las plantas medicinales utilizadas por los pobladores de Tuctumpaya, Quequeña y chiguata, frente a bacterias gram positivas: *Staphylococcus aureus* – *Streptococcus pneumoniae* causantes de infecciones de importancia médica, Arequipa – Perú 2017 [Tesis para optar el título profesional de Biólogo]. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín

Arequipa; 2018. Disponible en:
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/6899/BInellje.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

14. Mendizabal A, Cuya J. Actividad antimicrobiana del extracto etanólico liofilizado de propóleo procedente de Ayacucho y Huaral frente a *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa* [Tesis para optar el título profesional de Químico Farmacéutico]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2021. Disponible en:
https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/16527/Agurto_mj.pdf?sequence=1&isAllowed=y
15. Figuerola Y. Efecto antibacteriano del extracto etanólico de *Raphanus sativus* sobre *Escherichia coli* cepa ATCC 25922 comparado con ciprofloxacino [Tesis para obtener el título profesional de Médico Cirujano]. Trujillo: Universidad Cesar Vallejo; 2018. Disponible en:
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/25394/figuerola_vy.pdf?sequence=1&isAllowed=y
16. Anco L, Galves F. Evaluación de la actividad antimicrobiana in vitro del extracto etanólico de las hojas de *Senecio hyoseridifolius* wedd (llancahuasha) frente a cepas de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* y *Pseudomonas aeruginosa* [Tesis para optar el título profesional de Químico Farmacéutico y Bioquímico]. Lima: Universidad Inca Garcilazo de la Vega; 2019. Disponible en:
http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/4982/TESIS_ANCO%20VEGA-G%c3%81LVEZ%20CH%c3%93QUE.pdf?sequence=1&isAllowed=y
17. Infojardin. Infojardin[Internet]. [Consultado el 21 abril 2022]. Disponible en:
<https://fichas.infojardin.com/hortalizas-verduras/berros-nasturtium-officinale.htm>

18. Giambanco H. Periódico digital sobre la industria y el comercio hortícola [Internet]. [Consultado el 20 abril del 2019]. Disponible en: <http://www.horticom.com/pd/article.php?sid=64019>
19. Cabascango S. Determinación microbiológica y de metales pesados en berro (*Nasturtium Officinale* R. Br.). [Tesis para obtener el título de Ingeniera en Biotecnología de los Recursos Naturales]. Quito: Universidad Politecnica Salesiana Sede Quito; 2016. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12149/1/UPS-QT09800.pdf>
20. Rodriguez B. Estudio investigativo del Berro y Propuesta Gastronómica. [Tesis previa a la obtención del título de Administrador Gastronómico]. Quito: Universidad Tecnológica Equinoccial; 2018. Disponible en: <http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/11931?mode=simple>
21. Navarro A, Padilla A, Davila R. Evaluación de la actividad antioxidante del Berro (*Nasturtium Officinale*). Rev de la Soc química del Perú. 2008; 74(1): 40-45
22. Medellín M. Caracterización agronómica del berro (*Nasturtium officinale* R Br.) y respuestas a diferentes soluciones nutritivas a un sistema hidropónico [Tesis para obtener el grado de doctor en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo rural]. Cuernavaca: Universidad Autónoma del Estado de Morelos; 2021. disponible en: <http://riaa.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/20.500.12055/2002/MEMMXG00T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
23. Colodro V. Rendimiento de dos variedades de berro (*Nasturtium Officinale*) en relación a la densidad de siembra en ambiente protegido [Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo]. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés; 2013.
24. Vasquez L. Efecto de soluciones nutritivas y sombreado en la producción y calidad del berro (*Nasturtium Officinale*) hidropónico en la sierra del norte de Oaxaca [Tesis para

obtener el título de maestra en Ciencias]. Santa Cruz Xoxocotlan; 2018. Disponible en:
[https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/4380/EFECTOSOLUCIONES.pdf](https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/4380/EFECTOSOLUCIONES.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
[?sequence=1&isAllowed=y](https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/4380/EFECTOSOLUCIONES.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

25. Proyecto Sierra de Baza. Berro de agua (*Nasturtium Officinale*) [Citado 24 abril 2022].
Disponible en: <https://sierradebaza.org/fichas-tecnicas/fichas-flora plantas/flora-a-b/nasturtium-officinale>
26. Saavedra G. Blanco C. Hortalizas Saludables: El berro. Biblioteca digital INIA [Internet]. 2011; (95). [Consultado el 20 mayo del 2022]. Disponible en: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/ta/NR38086.pdf>
27. Gutierrez C. Palerm J. Produccion de cultivo de berro y captación de agua en la cuenca del rio Cuautla, Morelos. Mexico [Internet]. 2018 [citado el 21 abril del 2019].
Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/273694678_Produccion_del_cultivo_de_berro_y_captacion_de_agua_en_la_cuenca_del_rio_Cuautla
28. Guías de plantas medicinales. *Nasturtium officinale* R. Br [Citado 4 mayo 2022].

Accedido mayo 10, 2022.

29. Carballido E. Propiedades del berro. [Internet]. [Consultado el 25 mayo 2022].
Disponible en: <https://www.botanical-online.com/plantas-medicinales/berronasturtium-officinale-propiedades-caracteristicas>
30. Duran, F. 2009. Plantas aromáticas y medicinales: Berro. 1ra. Ed. Editorial Grupo Latino. Bogotá, Colombia. 160 p.
31. Los berros. Alimentación sana. [Internet]. [Consultado el 21 Abril del 2021]. Disponible en: <http://www.alimentacionsana.org/informaciones/novedades/berros.htm>
32. Nirillola D. La aireación de la solución nutritiva afecta a la producción y postcosecha del berro (*Nasturtium officinale*) en el sistema de cultivo en bandejas flotantes. [Tesis

- para optar el grado en Ingeniería de la Hortofruticultura y Jardinería]. Cartagena: Universidad de Cartagena; 2013. Disponible en: <https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/3711/tfg289.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
33. Padilla M. Evaluación del potencial nutritivo y nutracéutico de galletas elaboradas con berro (*Nasturtium officinale*) deshidratado como colorante y saborizante. [Tesis para obtener el grado de Bioquímico Farmacéutico]. Riobamba: Escuela superior politécnica de Chimborazo; 2013. Disponible en: <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/3226/1/56T00403.pdf>
34. Sepúlveda G, Porta H, Rocha M. La Participación de los Metabolitos Secundarios en la Defensa de las Plantas. *Revista Mexicana de Fitopatología* [Internet]. 2003;21(3):355-363. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61221317>
35. Villar del Fresno A. *Farmacognosia General*. 1a. ed. Madrid: Síntesis; 2010.
36. Colina A. Análisis fitoquímico, determinación cualitativa y cuantitativa de flavonoides y taninos, actividad antioxidante, antimicrobiana de las hojas de “*Muehlenbeckia hastulata* (J.E.Sm) I.M. Johnst” de la zona de Yucay (Cusco). [Tesis para optar el título profesional de Químico]. Lima: Universidad Mayor de San Marcos; 2016. Disponible en: https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/7121/Colina_ra.pdf?sequence=3&isAllowed=y
37. Reynaldo, Inés, Cartaya, O., *Flavonoides: Características químicas y aplicaciones. Cultivos Tropicales* [Internet]. 2001;22(2):5-14. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193215009001>
38. Chong C. Alimentos ricos en flavonoides y sus beneficios a la salud [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial]. Tarapoto: Universidad Nacional de San

- Martín Tarapoto; 2011. Disponible en:
<https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3564/FIAI%20-%20Rodrigo%20Grey%20Chong%20Tuesta.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
39. Reynaldo I, Cartaya O. Flavonoides: Características químicas y aplicaciones. Cultivos Tropicales [Internet]. 2001;22(2):5-14. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193215009001>
40. Luck O. Investigación Fitoquímica. 2 ed. Lima: PUCP, fondo editorial; 1994.
41. Colina A. Análisis fitoquímico, determinación cualitativa y cuantitativa de flavonoides y taninos, actividad antioxidante, antimicrobiana de las hojas de *Muehlenbeckia hastulata* (J.E.Sm) I.M. Johnst' de la zona de Yucay (Cusco)[Tesis Pregrado]. Lima: Facultad de Química e Ingeniería Química, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Published online 2016.
- Ahmad N, Drew L, Plorde J. Sherris Microbiología Médica. 5 th. ed. New York: Mc Graw Gill. 2010.
42. Ahmad N, Drew L, Plorde J. Sherris Microbiología Médica. 5 th. ed. New York: Mc Graw Gill. 2010.
43. Canata M. Navarro R. Velazquez G. Rivelli S. Rodriguez F. Cespedes A et al. Caracterización molecular de factores de virulencia de aislados *Escherichia coli* obtenidas de heces de niños con gastroenteritis del Hospital Central del Instituto de Previsión Social en el 2012. *Pediatría (Asunción)* [Internet]. 2016; 43 (1): 13-17. [Consultado el 25 de mayo 2022]. Disponible en:
<http://scielo.iics.una.py/pdf/ped/v43n1/v43n1a02.pdf>
44. Agurto T. *Temas básicos en microbiología*. 1ra ed. Lima: 2016
45. Forbes B, Sahm D, Weissfeld A. *Diagnóstico microbiológico*. 11 ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2004.

46. Miranda S. Determinación de *Escherichia coli* en bebidas de frutas mixtas no pasteurizadas comercializadas en establecimientos especializados en San Ramón, Alajuela. *Rev. costarric. salud pública* [Internet]. 2017; 26 (2): 189-198. [Consultado el 27 abril de 2022]; Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S140914292017000200189&lng=en
47. Organización Mundial de la Salud. La OMS publica la lista de las bacterias para las que se necesitan urgentemente nuevos antibióticos. Ginevra: 2017; [Consultado 10 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news/item/27-02-2017-who-publishes-list-of-bacteria-for-which-new-antibiotics-are-urgently-needed>
48. Spicer J. *Microbiología clínica y enfermedades infecciosas*. 2 da. ed. Barcelona: Elsevier España. 2009
49. Gopegui E. *Epidemiología molecular y resistencia a los antimicrobianos en Staphylococcus spp. en centros sanitarios de Mallorca durante los últimos 15 años (1999-2013)* [Tesis Doctoral]. Mallorca: Universitat de les Illes Balears; 2015. Disponible en: <https://www.tdx.cat/handle/10803/384005#page=1>
50. Pasachova J, Ramirez S, Munoz L. *Staphylococcus aureus: generalidades, mecanismos de patogenicidad y colonización celular*. Nova [online]. 2019, vol.17, n.32, pp.25-38. ISSN 1794-2470.
51. Cisterna R, Madariaga L. *Patogenia de la infección por Staphylococcus aureus*. Vasco: Universidad del País Vasco; 2018. Disponible en: <https://www.esteve.org/wp-content/uploads/2018/01/136593.pdf>
52. Canese A, Canese A. *Manual de Microbiología y Parasitología Médica*. 7ma. Ed. Asunción: 2012.

53. Brooks G, Butel J, Mrse S. Microbiología médica de Jawetz, Melnick y Adelberg. 18 ed. New York: Manual Moderno; 2011.
54. Lebeque Y, Morris J, Calás N. Infecciones nosocomiales: incidencia de la Pseudomonas aeruginosa. Rev cubana med [Internet]. 2006; 45(1). [Consultado el 28 mayo de 2022]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75232006000100005&lng=es.
55. Hernandez R, Fernandez C, Baptista P. Metodología de la investigación. 6ª ed. Mexico: McGRAW-HILL: 2014
56. Rang H, Dale M. Farmacología. 6a ed. Barcelona: Elsevier: 2008.
57. Ulloa F. Análisis de los métodos para medir la turbidez de los inóculos y su influencia en el antibiograma de la bacteria e.coli en urocultivos.[Tesis para optar el título de Licenciado en Laboratorio Clínico]. Ambato: Universidad Técnica de Ambato; 2015. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/10786>
58. Sacsquispe R, Velasquez J. Manual de procedimientos para la prueba de sensibilidad antimicrobiana por el método de disco difusión. Lima: Instituto Nacional de Salud; 2002.
59. Fuentes J. Actividad cicatrizante de los compuestos fenólicos aislados de las hojas de Nasturtium officinale “berro” en Rattus Norvejicus “rata”. Ayacucho 2018 [Tesis Pregrado]. Ayacucho: Universidad nacional de San Cristóbal de Huamanga; 2019. Disponible en: http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/4430/1/TESIS%20Far561_Fue.pdf
60. Yambay P. “Elaboración y control de calidad de una crema a base de los extractos hidroalcohólicos de berro (*Nasturtium officinale*) y llantén (*Plantago major*) y comprobación de su actividad cicatrizante en heridas inducidas en ratones. [Tesis

- Pregrado]. Riobamba: Escuela superior politécnica de Chimborazo; 2013.
Disponible en:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2473/1/56T00343.pdf>
61. Saez, K., Manrique, K. Efecto hepatoprotector del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Nasturtium officinale* w.t. aiton (berro) en ratas albinas inducidas con paracetamol a hepatotoxicidad aguda. [Tesis Pregrado]: Lima: Universidad Inca Garcilaso de la Vega; 2019. Disponible en:
<http://repositorio.uigv.edu.pe/handle/20.500.11818/4592>
62. Farshbaf Derhami S, Ghiami Rad M, Mahmoudi R. Evaluación de los efectos antibacterianos de los extractos acuosos y alcohólicos de *Nasturtium Officinale* en algunos patógenos. *mljgoums* 2016; 10 (6): 49-53
63. Tabesh M., Etemadi M., Etemadi M., et. La actividad antibacteriana del extracto de *Nasturtium officinale* sobre bacterias comunes. *Nigeria* 2022; 25(9).

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

Título de la Investigación: Efecto antibacteriano del extracto metanólico de las hojas de *Nasturtium Officinale* “Berro” sobre cepas de *Pseudomona aeruginosa*, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*.

| Formulación del Problema | Objetivos | Hipótesis | Variables | Diseño metodológico |
|---|--|---|--|--|
| <p>Problema General</p> <p>¿Cuál será el efecto antibacteriano del extracto metanólico del <i>Nasturtium Officinale</i> sobre cepas de <i>Pseudomona aeruginosa</i> ATCC 27853, <i>Escherichia coli</i> ATCC 10536 y <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923?</p> <p>Problemas Específicos</p> <p>1. ¿Cuál será el efecto antibacteriano del extracto metanólico del <i>Nasturtium Officinale</i></p> | <p>Objetivo General</p> <p>Determinar el efecto antibacteriano del extracto metanólico de las hojas de <i>Nasturtium officinale</i> “berro” sobre cepas de <i>Pseudomona aeruginosa</i> ATCC 27853, <i>Escherichia coli</i> ATCC 10536 y <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923.</p> | <p>Hipótesis General</p> <p>El extracto metanólico de las hojas de <i>Nasturtium Officinale</i> “berro” presentará efecto antimicrobiano sobre cepas de <i>Pseudomona aeruginosa</i> ATCC 27853, <i>Escherichia coli</i> ATCC 10536 y <i>Staphylococcus aureus</i> 25923.</p> <p>Hipótesis Específica</p> <p>H₁. El extracto metanólico de las hojas de <i>Nasturtium Officinale</i> “berro” presentara efecto</p> | <p>Variable 1: Extracto metanólico de las hojas de <i>Nasturtium Officinale</i> “Berro”</p> <p>Dimensiones:</p> <p>Metabolitos secundarios</p> <p>Solubilidad</p> <p>Variable 2: Efecto antibacteriano</p> <p>Dimensiones:</p> <p>Disco difusión</p> | <p>Tipo de Investigación</p> <p>El estudio es de tipo Básica</p> <p>Método y diseño de la Investigación</p> <p>Método deductivo</p> <p>Experimental</p> <p>Población:</p> <p>La muestra vegetal se recolectó de la ciudad de Huaraz- Curhuas, se utilizaron</p> |

| | | | | |
|---|--|---|--|--|
| <p>“berro” a una concentración de 25% sobre cepas de <i>Pseudomona aeruginosa</i> ATCC 27853, <i>Escherichia coli</i> ATCC 10536 y <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923?</p> <p>2. ¿Cuál será el efecto antibacteriano del extracto metanólico del <i>Nasturtium Officinale</i> “berro” a una concentración de 50% sobre cepas de <i>Pseudomona aeruginosa</i> ATCC 27853, <i>Escherichia coli</i> ATCC 10536 y <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923?</p> <p>3. ¿Cuál será el efecto antibacteriano del extracto metanólico del <i>Nasturtium Officinale</i> “berro” a una concentración de 75% sobre cepas de <i>Pseudomona aeruginosa</i></p> | <p>Objetivos Específicos</p> <p>1. Determinar el efecto antibacteriano del extracto metanólico obtenido de las hojas de <i>Nasturtium officinale</i> “berro” al 25 % sobre cepas de <i>Pseudomona aeruginosa</i> ATCC 27853, <i>Escherichia coli</i> ATCC 10536 y <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923.</p> <p>2. Determinar el efecto antibacteriano del extracto metanólico obtenido de las hojas de <i>Nasturtium officinale</i> “berro” al 50 % sobre cepas de <i>Pseudomona aeruginosa</i> ATCC 27853, <i>Escherichia coli</i> ATCC 10536 y <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923.</p> <p>3. Determinar el efecto antibacteriano del extracto metanólico obtenido de las hojas de <i>Nasturtium</i></p> | <p>antimicrobiano al 25 % sobre cepas de <i>Pseudomona aeruginosa</i> ATCC 27853, <i>Escherichia coli</i> ATCC 10536 y <i>Staphylococcus aureus</i> 25923.</p> <p>H₂. El extracto metanólico de las hojas de <i>Nasturtium Officinale</i> “berro” presentara efecto antimicrobiana al 50 % sobre cepas de <i>Pseudomona aeruginosa</i> ATCC 27853, <i>Escherichia coli</i> ATCC 10536 y <i>Staphylococcus aureus</i> 25923</p> <p>H₃. El extracto metanólico de las hojas de <i>Nasturtium Officinale</i> “berro” presentara efecto antimicrobiana al 75 % sobre cepas de <i>Pseudomona aeruginosa</i> ATCC 27853, <i>Escherichia coli</i> ATCC</p> | | <p>aproximadamente 3 kilogramos de muestra vegetal.</p> <p>Muestra:</p> <p>Se utilizarán las hojas del <i>Nasturtium Officinale</i> para realizar el extracto metanólico.</p> |
|---|--|---|--|--|

| | | | | |
|---|---|--|--|--|
| <p>ATCC 27853, <i>Escherichia coli</i> ATCC 10536 y <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923?</p> <p>4. ¿Cuál será el efecto antibacteriano del extracto metanólico del <i>Nasturtium Officinale</i> “berro” a una concentración de 100% sobre cepas de <i>Pseudomona aeruginosa</i> ATCC 27853, <i>Escherichia coli</i> ATCC 10536 y <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923?</p> | <p><i>officinale</i> “berro” al 75 % sobre cepas de <i>Pseudomona aeruginosa</i> ATCC 27853, <i>Escherichia coli</i> ATCC 10536 y <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923.</p> <p>4. Determinar el efecto antibacteriano del extracto metanólico obtenido de las hojas de <i>Nasturtium officinale</i> “berro” al 100 % sobre cepas de <i>Pseudomona aeruginosa</i> ATCC 27853, <i>Escherichia coli</i> ATCC 10536 y <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923.</p> | <p>10536 y <i>Staphylococcus aureus</i> 25923.</p> <p>H₄. El extracto metanólico de las hojas de <i>Nasturtium Officinale</i> “berro” presentara actividad antimicrobiana al 100 % sobre cepas de <i>Pseudomona aeruginosa</i> ATCC 27853, <i>Escherichia coli</i> ATCC 10536 y <i>Staphylococcus aureus</i> 25923.</p> | | |
|---|---|--|--|--|

Anexo 2. Ficha de recolección de datos

| Cepa ATCC | N° de placa | Extracto metanólico de <i>Nasturtium Officinale</i> (berro) | | | | Control positivo Ciprofloxacino | Control negativo Agua destilada |
|------------------------------|-------------|---|----------|----------|-----------|------------------------------------|------------------------------------|
| | | 25 mg/ml | 50 mg/ml | 75 mg/ml | 100 mg/ml | | |
| <i>Escherichia coli</i> | 1 | | | | | | |
| | 2 | | | | | | |
| | 3 | | | | | | |
| | 4 | | | | | | |
| <i>Pseudomona aeruginosa</i> | 1 | | | | | | |
| | 2 | | | | | | |
| | 3 | | | | | | |
| | 4 | | | | | | |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | 1 | | | | | | |
| | 2 | | | | | | |
| | 3 | | | | | | |
| | 4 | | | | | | |

Interpretación:

Nula (-), Sensible (+), Muy sensible (++), Sumamente sensible (+++)

Anexo 3. Aprobación del comité de ética



COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA PARA LA INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Lima, 25 de mayo de 2023

Investigador(a)
Anali Milagros Broncano Giraldo
Lizeth Cristina Pares Quispe
Exp. N°: 0472-2023

De mi consideración:

Es grato expresarle mi cordial saludo y a la vez informarle que el Comité Institucional de Ética para la investigación de la Universidad Privada Norbert Wiener (CIEI-UPNW) **evaluó y APROBÓ** los siguientes documentos:

- Protocolo titulado: “Efecto antibacteriano del extracto metanólico de las hojas de *Nasturtium officinale* “berro” sobre cepas de *Pseudomona aeruginosa*, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*” Versión 02 con fecha 10/05/2023-
- Formulario de Consentimiento Informado Versión (no aplica) con fecha (no aplica).

El cual tiene como investigador principal al Sr(a) Anali Milagros Broncano Giraldo y Lizeth Cristina Pares Quispe y a los investigadores colaboradores (no aplica)

La APROBACIÓN comprende el cumplimiento de las buenas prácticas éticas, el balance riesgo/beneficio, la calificación del equipo de investigación y la confidencialidad de los datos, entre otros.

El investigador deberá considerar los siguientes puntos detallados a continuación:

1. La vigencia de la aprobación es de **dos años** (24 meses) a partir de la emisión de este documento.
2. El **Informe de Avances** se presentará cada 6 meses, y el informe final una vez concluido el estudio.
3. **Toda enmienda o adenda** se deberá presentar al CIEI-UPNW y no podrá implementarse sin la debida aprobación.
4. Si aplica, la **Renovación** de aprobación del proyecto de investigación deberá iniciarse treinta (30) días antes de la fecha de vencimiento, con su respectivo informe de avance.

Es cuanto informo a usted para su conocimiento y fines pertinentes.

Atentamente,


Yenny Marisol Bellido Fuente
Presidenta del CIEI- UPNW



Avenida República de Chile N°432, Jesús María
Universidad Privada Norbert Wiener
Teléfono: 706-5555 anexo 5290 Cel. 981-809-678
Correo: comite_etica@unw.wiener.edu.pe

Anexo 4. Programa de intervención

| Recursos | Estrategia | Cronograma | | | | | | Observación |
|---|--|------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------|
| | | Oct 20 | Ene 02 | Feb 20 | Mar 02 | Jun 25 | Ago 16 | |
| -Libros -Paginas científicas -Tesis | uso de navegadores academicos | X | X | X | X | X | X | |
| -Guía de procedimiento de recolección -Laboratorios de la universidad wiener | Reduccion de tamaño | X | | | | | | |
| Proyecto de tesis terminado | | | | | X | | | |
| Tubos de ensayo | Marcha fitoquimica | | | | X | | | |
| Tubos de ensayo Reactivos | Marcha fitoquimica | | | | X | | | |
| Placas petri Cepas | Placas petri con agar Mueller hinton Método Kirby-Bauer | | | | | X | | |

Anexo 5. Certificado de taxonomía



"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

CONSTANCIA N° 192-USM-MHN-2023

LA JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM) DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, DEJA CONSTANCIA QUE:

La muestra vegetal (fértil) recibida de **Anali Broncano Giraldo** y **Lizeth Pares Quispe**, estudiante de pregrado de la Universidad Norbert Wiener ha sido estudiada y clasificada como: *Nasturtium officinale* R.Br. y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación APG IV (2016).

ORDEN : Brassicales

FAMILIA : BRASSICACEAE

GÉNERO : *Nasturtium*

ESPECIE : *Nasturtium officinale* R.Br.

Nombre vulgar: "Berro"

Procedencia: Huamán, Ancash

Determinado por: MSc. Hamilton Beltrán Santiago.

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada, para los fines que estime conveniente.

Lima, 18 de agosto de 2023

A blue circular stamp of the Museo de Historia Natural, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. The stamp contains the text "MUSEO DE HISTORIA NATURAL" and "UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS". Overlaid on the stamp is a handwritten signature in blue ink.

Dra. Joaquina Anton Castillo

JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM)

Anexo 6. Evidencia de la parte experimental.



Figura 6. Lugar de crecimiento del *Nasturtium Officinale* Curhuas-Huaraz



Figura 7. Secado de las hojas de *Nasturtium Officinale* en la estufa esterilizadora.



Figura 8. Maceración metanólica de las hojas de *Nasturtium Officinale*

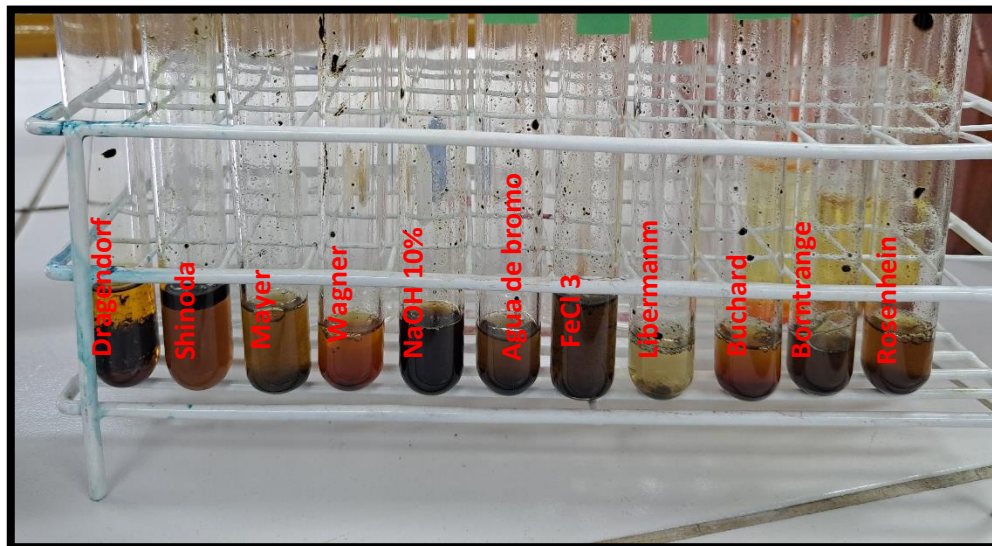


Figura 9. Análisis cualitativo del extracto metanólico de *Nasturtium officinale*

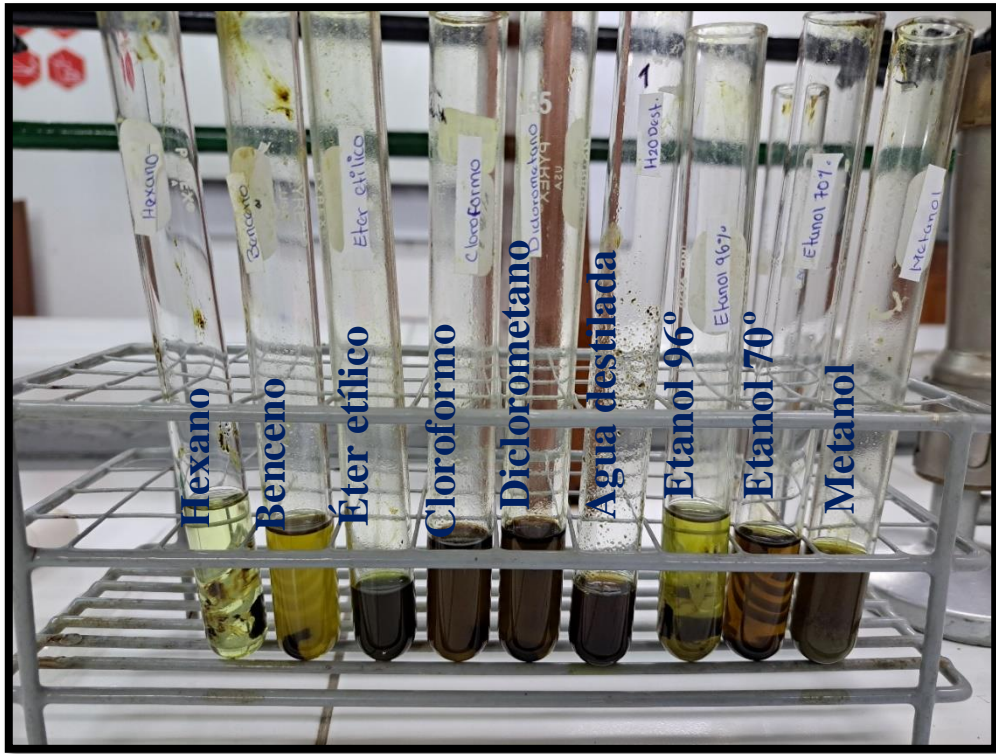


Figura 10. Prueba de solubilidad del Extracto metanólico de *Nasturtium officinale*

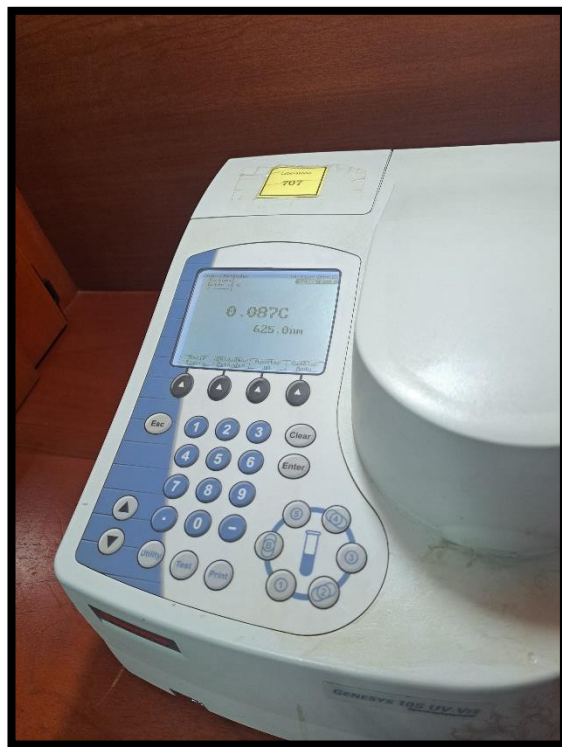


Figura 11. Lectura de la dilución según escala de McFarland de las distintas cepas.



Figura 12. Sembrado de las diferentes cepas en el agar Mueller Hinton



Figura 13. Se colocó los discos y seguidamente se le introdujo los extractos con diferentes concentraciones.

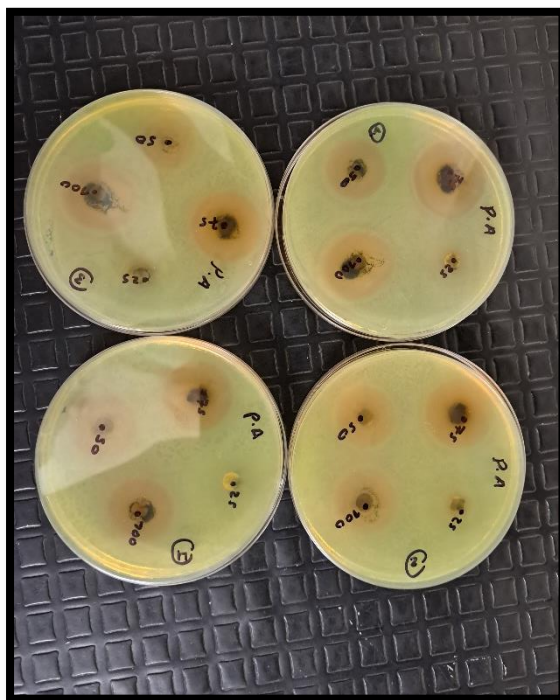


Figura 14. Placas de Agar Mueller Hinton con *Pseudomona aeruginosa* y discos impregnados con extracto metanólico del *Nasturtium officinale* a diferentes concentraciones.



Figura 15. Placas de Agar Mueller Hinton con *Estaphylococcus aureus* y discos impregnados con extracto metanólico del *Nasturtium officinale* a diferentes concentraciones.

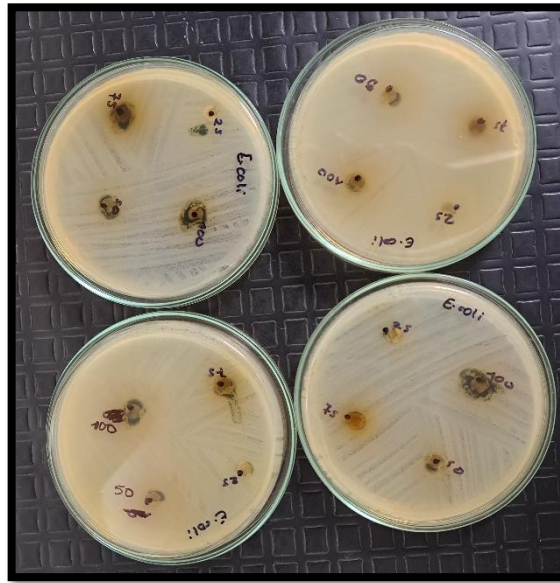


Figura 16. Placas de Agar Mueller Hinton con *Escherichia coli* y discos impregnados con extracto metanólico del *Nasturtium officinale* a diferentes concentraciones.



Figura 17. Medición de los halos de inhibición con un vernier

Informe de Similitud

● 16% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 16% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

| | | |
|---|---|-----|
| 1 | repositorio.uap.edu.pe Internet | 2% |
| 2 | coursehero.com Internet | 2% |
| 3 | repositorio.uma.edu.pe Internet | 2% |
| 4 | repositorio.uigv.edu.pe Internet | 2% |
| 5 | dspace.unitru.edu.pe Internet | 1% |
| 6 | repositorio.uwiener.edu.pe Internet | 1% |
| 7 | cybertesis.unmsm.edu.pe Internet | <1% |
| 8 | dspace.ups.edu.ec Internet | <1% |