



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

ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA IN VITRO DEL EXTRACTO
ETANÓLICO DE CAPULÍ “*Prunus serotina subsp. capulí*
(Cav.) *McVaugh*” SOBRE CULTIVOS DE *ESCHERICHIA COLI*
ATCC. 25922

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE QUÍMICO
FARMACÉUTICO

AUTORES

Bach. ASPILCUETA ONOFRE, ERASMO CALIXTO

Bach. CERPA PLASENCIA VANEA OLENKA

ASESOR

Mg. BRAVO ARAUJO, GLORIA TULA

<https://orcid.org/0000-0002-8133-3370>

Lima – Perú

2023

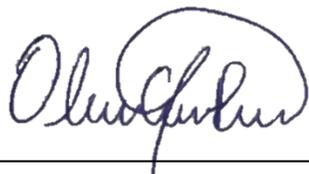
DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

Yo, **CERPA PLASENCIA VANEA OLENKA**, con DNI **73201654** en mi condición de autor(a) de la tesis/ trabajo de investigación/ trabajo académico) presentada para optar el presentada para optar el TITULO PROFESIONAL de **Químico Farmacéutico**_(grado o título profesional que corresponda) de título **“ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA IN VITRO DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE CAPULÍ “*Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh*” SOBRE CULTIVOS DE *ESCHERICHIA COLI* ATCC. 25922”**, **AUTORIZO** a la Universidad María Auxiliadora (UMA) para publicar de manera indefinida en el repositorio institucional, el archivo digital que estoy entregando, en cumplimiento a la Ley N°30035 que regula el Repositorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de acceso abierto y su respectivo Reglamento.

Indicar que dicho documento es **ORIGINAL** con un porcentaje de similitud 13% y, que se han respetado los derechos de autor en la elaboración del mismo. Además, recalcar que se está entregado la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado evaluador.

Conforme a lo indicado firmo el presente documento dando conformidad a lo expuesto.

Lima, 17, de diciembre 2023.



VANEA OLENKA CERPA PLASENCIA



GLORIA TULA BRAVO ARAUJO

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

Yo, **ERASMO CALIXTO ASPILCUETA ONOFRE**, con DNI **10723533** en mi condición de autor(a) de la tesis/ trabajo de investigación/ trabajo académico) presentada para optar el presentada para optar el **TITULO PROFESIONAL DE QUIMICO FARMACÉUTICO** (grado o título profesional que corresponda) de título **“ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA IN VITRO DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE CAPULÍ *Prunus serótina subsp. capulí (Cav.) Mcvaugh* SOBRE CULTIVOS DE ESCHERICHIA COLI ATCC.25922”**, **AUTORIZO** a la Universidad María Auxiliadora (UMA) para publicar de manera indefinida en el repositorio institucional, el archivo digital que estoy entregando, en cumplimiento a la Ley N°30035 que regula el Repositorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de acceso abierto y su respectivo Reglamento.

Indicar que dicho documento es **ORIGINAL** con un porcentaje de similitud 13% y, que se han respetado los derechos de autor en la elaboración del mismo. Además, recalcar que se está entregado la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado evaluador.

Conforme a lo indicado firmo el presente documento dando conformidad a lo expuesto.

Lima, 17 de diciembre del 2023.

ERASMO CALIXTO ASPILCUETA ONOFRE

GLORIA TULA BRAVI ARAUJO

Bach. ASPILCUETA ONOFRE, ERASMO CALIXTO Bach. CERPAPLASENCIA VANEA OLENKA

INFORME DE ORIGINALIDAD

13 %

INDICE DE SIMILITUD

14 %

FUENTES DE INTERNET

4 %

PUBLICACIONES

3 %

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uma.edu.pe	5 %
Fuente de Internet		
2	hdl.handle.net	3 %
Fuente de Internet		
3	www.scielo.org.mx	3 %
Fuente de Internet		
4	repositorio.upagu.edu.pe	1 %
Fuente de Internet		
5	llamkasun.unat.edu.pe	1 %
Fuente de Internet		
6	repositorio.unid.edu.pe	1 %
Fuente de Internet		

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 1%

Excluir bibliografía

Activo

DEDICATORIA

A mi madre Agilberta y a mi hermano Pedro les dedico este trabajo, gracias por darme el apoyo necesario para continuar y culminar este capítulo en mi vida profesional.

Bach. Erasmo Calixto Aspilcueta Onofre

A mis padres y a mi novio dedico con mucho amor este trabajo de tesis, pues sin ellos no lo hubiera logrado. Son la fuerza que me motiva e impulsa a seguir adelante para hacer realidad mis objetivos y metas trazadas

Bach. Vanea Olenka Cerpa Plasencia

AGRADECIMIENTO

A nuestros familiares y a todas las personas que de una u otra forma nos apoyaron en la realización de este trabajo les estamos muy agradecidos, nos impulsaron siempre a seguir adelante y no rendirnos a pesar de las adversidades que se nos puedan presentar.

A la Profesora Gloria Bravo y Emely Cabanillas por su dedicación, paciencia y apoyo, nos transmitieron los conocimientos necesarios para poder llegar a esta instancia tan anhelada. Gracias por su guía y consejos los cuales tendremos siempre presentes en nuestra trayectoria profesional.

A la Universidad María Auxiliadora por abrirnos las puertas y darnos la oportunidad de pertenecer a su casa de estudio, la cual nos permitió culminar este proceso y convertirnos en profesionales.

ÍNDICE GENERAL

	Páginas
RESUMEN	7
ABSTRACT	8
I. INTRODUCCIÓN	9
II. MATERIALES Y MÉTODOS	16
II.1 Enfoque y diseño de la investigación	16
II.2 Población, muestra y muestreo	16
II.3 Variables de la investigación	16
II.4 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	17
II.5 Plan metodológico para la recolección de datos	17
II.6 Procesamiento del análisis estadístico	23
II.7 Aspectos éticos	23
III. RESULTADOS	24
IV. DISCUSIÓN	34
IV.1 Discusión de resultados	34
IV.2 Conclusiones	40
IV.3 Recomendaciones	40
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
ANEXOS	51
ANEXO A: Instrumentos de recolección de datos	51
ANEXO B: Matriz de consistencia	55
ANEXO C: Operacionalización de las variables	56
ANEXO D: Documentos obtenidos para desarrollo de la investigación	57
ANEXO E: Evidencias fotográficas del trabajo de campo	58

ÍNDICE DE TABLAS

	Páginas
Tabla 1. Enfrentamiento microbiológico	20
Tabla 2. Ensayo de solubilidad del extracto etanólico <i>Prunus serotina</i> subsp. <i>capulí</i> (Cav.) <i>McVaugh</i> ” (<i>capulí</i>)	24
Tabla 3. Tamizaje fitoquímico del extracto etanólico (EE), “ <i>Prunus serotina</i> subsp. <i>capulí</i> (Cav.) <i>McVaugh</i> ” (<i>capulí</i>)	25
Tabla 4. Mediciones de los halos de inhibición (mm) del ensayo microbiológico del extracto etanólico de <i>Prunus serotina</i> subsp. <i>capulí</i> (Cav.) <i>McVaugh</i>	26
Tabla 5. Estadísticos descriptivos de la actividad antibacteriana del extracto etanólico de <i>Prunus serotina</i> subsp. <i>capulí</i> (Cav.) <i>McVaugh</i> . frente a cepas de <i>E. coli</i> ATCC 25922.	29
Tabla 6. Prueba de Normalidad de los halos de inhibición extracto etanólico de <i>capulí</i> “ <i>Prunus serotina</i> subsp. <i>capulí</i> (Cav.) <i>McVaugh</i> ”	31
Tabla 7. Análisis descriptivos de los halos de inhibición extracto etanólico de <i>capulí</i> “ <i>Prunus serotina</i> subsp. <i>capulí</i> (Cav.) <i>McVaugh</i> ”	31
Tabla 8. Análisis de la mediana de los halos de inhibición extracto etanólico de <i>capulí</i> “ <i>Prunus serotina</i> subsp. <i>capulí</i> (Cav.) <i>McVaugh</i> ”	32
Tabla 9. Prueba de Kruskal-Wallis de los halos obtenidos del extracto etanólico de “ <i>Prunus serotina</i> subsp. <i>capulí</i> (Cav.) <i>McVaugh</i> ” (<i>capuli</i>)	32

ÍNDICE DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1. Efecto antibacteriano del extracto extracto etanólico de <i>Prunus serotina</i> subsp. <i>Capulí</i> (Cav.) McVaugh	27

RESUMEN

Objetivo: Evaluar la actividad antibacteriana del extracto etanólico al 25%, 50%, 75% y 100% de "*Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh*" frente a cepas de *Escherichia coli* ATCC 25922.

Materiales y métodos: Enfoque cuantitativo, diseño experimental y corte transversal, teniendo como muestra los frutos de *Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh* cuyo extracto etanólico se evaporó mediante baño maría evaluándose después la actividad antibacteriana de las diferentes concentraciones mediante la prueba de Kirby Bauer y siembra superficial.

Resultado: El extracto seco mostró diversos grados de solubilidad con diferentes solventes. El tamizaje fitoquímico evidenció metabolitos secundarios como flavonoides y compuestos fenólicos, alcaloides, cumarinas y quinonas. Los halos de inhibición a concentraciones de 25%,50%,75% y 100% fueron de 6 mm \pm 0,00mm , 6,17 \pm 0,05mm, 6,42 \pm 0,41 mm y 11,07 \pm 0,36 mm y los controles negativo y positivo de 6 mm \pm 0.00 mm y 31,08 \pm 0,15mm..

Conclusiones: Se demostró que el extracto etanólico al 100 % tenía actividad antibacteriana frente a *Escherichia coli* ATCC 25922; sin embargo, el diámetro de su halo de inhibición fue menor al del control positivo.

Palabras claves: Efecto antibacteriano, *Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh*, *Escherichia coli*, extracto etanólico

ABSTRACT

Objective: Objective: To evaluate the antibacterial activity of the 25%, 50%, 75% and 100% ethanolic extract of "*Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh*" against strains of *Escherichia coli* ATCC 25922

Materials and methods: Quantitative approach, experimental design and transversal cut. The samples were the fruits of *Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh*. The ethanolic extract was evaporated in a water bath and then the antibacterial activity of the different concentrations was evaluated using the Kirby Bauer test and surface seeding.

Results: The dry extract showed varying degrees of solubility with different solvents. Phytochemical screening showed secondary metabolites such as flavonoids and phenolic compounds, alkaloids, coumarins and quinones. The inhibition halos at concentrations of 25%, 50%, 75% and 100% were 6 mm \pm 0.00mm , 6.17 \pm 0.05mm, 6.42 \pm 0.41 mm and 11.07 \pm 0.36 mm and for the negative and positive controls were 6 mm \pm 0,00 mm and 31.08 \pm 0.15mm. extract had antibacterial activity against *Escherichia coli* ATCC 25922.

Conclusions: The 100% ethanolic extract was found to have antibacterial activity against *Escherichia coli* ATCC 25922; however, the diameter of its inhibition halo was smaller than that of the positive control.

Key words: Antibacterial effect, *Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh*, *Escherichia coli* ATCC 25922, ethanolic extract.

I. INTRODUCCIÓN

Las enfermedades diarreicas agudas ocupan el octavo puesto en el índice de mortalidad en el mundo y es el segundo motivo del fallecimiento de niños menores a 5 años, sobre todo, en zonas pobres de bajos recursos. En el 2017, según el informe de Carga Global de Enfermedades (GBD), la bacteria que da lugar a esta ocasionó 533 768 decesos. Entre los factores que contribuyen a la resistencia bacteriana a los fármacos están su inadecuada dosificación y el tiempo de administración. Por otro lado, en la mayoría de los casos, se tiene una práctica empírica para determinar al microorganismo causante de la infección y no ha involucrado el estudio alguno del paciente. Respecto a los aspectos que contribuyen a esta problemática, está la facilidad para adquirir antibióticos sin receta médica los que, incluso, se emplean en infecciones virales y donde el fármaco no tendrá ningún efecto (1).

En la mayoría de los casos, estas afecciones son causadas por bacterias y su tratamiento es mediante antibióticos, sin embargo, una vez que estas son expuestas a los antimicrobianos se vuelven resistentes perdiendo los medicamentos su eficacia persistiendo la infección; esto sucede no solo por sus características de adaptación; se añaden, además las malas prácticas por su uso excesivo (2). Así las “superbacterias”, son muy resistentes a una diversidad de familias de fármacos (3).

Desde los años 40, los antibióticos han sido la medicación empleada para tratar las infecciones bacterianas reduciendo la morbilidad y mortalidad de diversas dolencias infecciosas. No obstante, a poco de su descubrimiento, se comenzó a emitir informes acerca de su resistencia a estos fármacos (4). Por la resistencia que muestran ante los antibióticos, las bacterias se clasifican en multidrogorresistentes (MDR), extremadamente resistentes (XDR) y las denominadas pan resistentes (PDR); Estas últimas, no son posibles de ser tratadas incluso con una mezcla de terapias (5).

En los últimos tiempos por la posibilidad de tomar medidas preventivas, la atención está en identificar las causas que pueden provocar la diarrea infecciosa atribuible al *Escherichia coli*, la de mayor abundancia en la flora intestinal, el *Vibrio cholerae*, y algunas especies de *Salmonella* y rotavirus (6). La *E. coli enterotoxigénica* es la más virulenta y se le atribuye un 7% de la mortalidad, le sigue la *E. coli enteropatógena* con un 0.6% (7). Por ello, se buscan alternativas de tratamiento en base a la medicina tradicional y que, según la OMS, se incrementaron considerablemente por la biodiversidad de flora del planeta en las últimas dos décadas (8).

En el Perú la enfermedad diarreica aguda es una problemática latente, pero la mortalidad es baja. En el 2019, se reportó 183 754 pacientes y 8 defunciones (9); sin embargo, estos datos no consideran aquellos casos que no fueron atendidas en un establecimiento de salud al no contar con los medios económicos.

El Perú posee variedad de flora silvestre y domésticas utilizadas en el tratamiento de las enfermedades y los principios activos que estos contienen pueden contribuir al desarrollo de medicinas naturales. Se estima que en el Perú se ha estudiado el 60% de la flora habiéndose descrito 1 400 especies de uso medicinal; entre ellos "*Prunus serotina*", o capulí que posee compuestos bioactivos como azúcares reductores, fenoles, aminoácidos, flavonoides y antocianinas que cuentan con diversas propiedades beneficiosas para la salud (10). Es un recurso biológico con características relevantes para la alimentación, medicina, industria y se asocia a servicios ambientales. Su potencial en la medicina se debe a su contenido nutricional y sus propiedades antioxidantes y antimicrobianas por los compuestos bioactivos que posee (11).

Desde épocas remotas, el *Prunus serotina* está vinculado a la alimentación y la medicina natural (12); en especial, la cáscara del fruto concentra el 66,0% de la cianidina 3-glúcido (13). Investigaciones farmacológicas evidencian sus propiedades antiinflamatorias, antibacterianas y antioxidantes debido a las concentraciones de glucósidos, cianogénicos, compuestos fenólicos y tocoferoles de su contenido. Respecto a su consumo, se sugiere hacerlo cuando el fruto toma un color púrpura; es allí cuando el fruto tiene el más alto contenido de flavonoides que están vinculados al estado de maduración (14).

La planta tiene su origen en América del Norte y fue introducida en Sudamérica en países como Ecuador, Colombia, Perú y Bolivia (15). Sus frutos contienen antocianinas que son pigmentos naturales que tienen la capacidad de actuar en la prevención de varias enfermedades por su efectos tanto terapéuticos, antitumorales, antiinflamatorios, antidiabéticos y el tratamiento de infecciones microbianas (16)

En el Perú el capulí es conocido también como guinda o cerezo negro y florece en los meses de diciembre a marzo (17). En el mercado es conocido por su fruto, hojas y semillas; sin embargo, la acción farmacológica del *Prunus serotina subsp. capulí* (Cav.) McVaugh sigue siendo aún poco estudiada (18).

Prunus serotina ha sido usada desde tiempos remotos y es una planta resistente a climas extremos como las sequías (19). Su altura es de aproximadamente de 15 metros (20). La medicina tradicional utiliza la corteza y hojas como infusión, expectorante y sedante para tratar la diarrea. El polvo de la corteza es usado como desinflamante (21).

La investigación de Jiménez M. (2011), refiere que el extracto etanólico de capulí, tiene un alto nivel antioxidante y la mayor actividad antimicrobiana es tanto en las gram negativas y positivas como el *Escherichia coli* y el *Staphylococcus aureus*, enfatizando que podría ser usado como aditivo alimenticio (22). Dentro de sus propiedades y usos medicinales se dice que la corteza del capulí *Prunus serotina subsp. capulí* (Cav.) McVaugh se usa para combatir las enfermedades diarreicas, problemas de disentería y tiene un efecto febrífugo (23).

Ruíz et al. (2018), mediante el método de pH, estudiaron las antocianinas obteniendo 10,71 mg de cianidina-3-glucósido/g. El análisis fitoquímico evidenció azúcares reductores, fenoles, flavonoides y aminoácidos (24).

La actividad antibacteriana de un compuesto se asociada con su suficiencia para inhibir el crecimiento de la población bacteriana. Su medición y expresión cuantitativa se determinan con pruebas in vitro. El de Kirby Bauer es de los métodos más usados. Los halos de inhibición, son el resultado del enfrentamiento de un microorganismo ante un compuesto en un medio de cultivo que promueva

su crecimiento siendo la capacidad de inhibición proporcional al diámetro del halo (25).

Los concentrados de extractos vegetales poseen tanto los principios activos e inertes y provienen de la planta, las hojas, raíz, fruto, entre otros. Su obtención es mediante extracción con etanol, metanol, agua y éter (26). A fin de demostrar la actividad antibacteriana del extracto etanólico del capulí "*Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh*", se elaboraron diferentes concentraciones para determinar la más adecuada en inhibir el crecimiento de la bacteria mediante un plaqueo de cultivos.

Diversos estudios han demostrado que las hojas cocidas del "*Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh*" contribuyen a disminuir la fiebre ocasionada por la malaria pues, las hojas contienen diversos principios activos como compuestos fenólicos, taninos y antocianinas (27).

El *Escherichia coli* tiene como hábitat los intestinos de personas y animales endotérmicos. En su mayoría son inofensivos, sin embargo, la *Escherichia coli* que produce la toxina Shiga puede ocasionar enfermedades graves debido al consumo de alimentos contaminados, poco cocidos, leche sin pasteurizar o verduras sin cocción (28).

Nuestro problema de investigación queda formulado como:

- ¿Los extractos etanólicos de "*Prunus serotina subsp capulí*" (Cav.) *McVaugh*" a concentraciones del 25%, 50%, 75% y 100% mostrarán actividad antibacteriana ante las cepas de *Escherichia coli* ATCC 25922?

Asimismo, nuestros problemas específicos fueron los siguientes:

- ¿Cuáles son los metabolitos secundarios del extracto etanólico "*Prunus serotina subsp capulí*" (Cav.) *McVaugh*" que muestran actividad antibacteriana?

- ¿Cuál será la concentración del extracto etanólico "*Prunus serotina subsp capulí*" (Cav.) McVaugh" que muestra actividad antibacteriana ante las cepas de *Escherichia coli* ATCC 25922?
- ¿Cuál es la susceptibilidad de los extractos etanólicos "*Prunus serotina subsp capulí*" (Cav) McVaugh" al 25%, 50%, 75% y 100% comparados con la clindamicina ante las cepas de *Escherichia coli* ATCC 25922?

Respecto a los antecedentes internacionales, el estudio de Aguayo J, et al (2022) evaluó los fitoquímicos y las propiedades nutraceuticas del *Prunus persica L.* mediante la determinación del contenido fenólico y de carotenoides así como las propiedades antimicrobiana, antihipertensiva y antioxidante. Los extractos metanólicos evaluaron la capacidad antimicrobiana mediante la prueba de Kirby Bauer de las cepas del *S. typhimurium*, *E coli*, *L. monocytogenes* y *S. aureus* teniéndose como control la ampicilina. La actividad antihipertensiva se evaluó mediante los inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina (ECA) teniendo como sustrato el Hipuril-L-Histidil-L-Leucina y control positivo el enalapril. La actividad antioxidante se determinó mediante técnicas asociadas con los radicales libres DPPH (2,2-difenil-1-picril hidrazilo) y (ácido 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolin)-6-sulfónico) (ABTS). Los contenidos de flavonoides y taninos estuvieron en el orden de 247 y 410 mg equivalentes de catequina/100 g (bs). Los valores de los fenólicos totales y carotenoides fueron 452 mg equivalentes de ácido gálico/100 g (bs) y 195 µg equivalentes de β-caroteno/100 g (bs). Los valores de los ensayos DPPH y ABTS para la capacidad oxidante fueron de 3858 y 6215 µmol equivalentes de Trolox/100 g (bs). Se evidenció la actividad antimicrobiana del extracto en la totalidad de las cepas bacterianas Gram positivas y negativas utilizadas (29).

Silvan J, et al (2018), emplearon extractos de *Prunus doméstica* "ciruela" como ingredientes para mejorar la salud gastrointestinal. Evaluaron la actividad antibacteriana de extractos de zumo obtenidos mediante liofilización, secado a vacío y la atomización. La actividad antibacteriana evidenció una inhibición del 57% en el crecimiento ante patógenos como el *C. jejuni*, *E. coli* y *S. aureus*)

considerándola con potencial para la provisión de compuestos bioactivos de uso gastrointestinal (30).

Reyes Y, et al (2019), evaluando los extractos de *Prunus salicifolia* “capulí” y *Vaccinium floribundum* “Mortiño” su actividad antibacteriana en pruebas in vitro ante cepas de *Streptococcus Mutans* teniéndose como control el gluconato de clorhexidina al 0.12%, no encontraron diferencias estadísticamente significativas respecto al efecto antibacteriano entre las 24 y 48 horas para los extractos y el control. Se evidenció la acción antibacteriana en las cepas del estudio muy similares a los de la clorhexidina al 0.12% utilizada como control (31).

Entre los antecedentes nacionales, la investigación de Cancho K. refiere que el uso medicinal de las hojas de *Prunus serotina Ehrh* “guinda”, tiene larga data en el tratamiento de cuadros respiratorios y diarreicos al reconocerle propiedades antibacterianas y antioxidantes por su contenido de compuestos fenólicos, flavonoides y taninos (32).

Huertas, M (2015), evaluó los efectos antibacterianos y citotóxicos del extracto metanólico de la *Physalis peruviana* en cultivos de *S. mutans* y *S. Sanguinis* teniéndose como muestra de control la clorhexidina. Los halos de inhibición alcanzaron los 19.15 mm y 18.56 mm. Para las muestras control estas alcanzaron los 25.78 mm y 22.92 mm. La citotoxicidad fue evaluada mediante la línea celular Jurkat y el metil tiazol tetrazolio. Se demostró el efecto antibacteriano no siendo citotóxico para línea celular Jurkat (33).

Infante R, et al (2019) determinó la acción antibacteriana del extracto seco de hojas de *Prunus serotina* en cultivos de *Escherichia coli*. Los halos de inhibición de las pruebas de sensibilidad de los diferentes cultivos de las fracciones del extracto seco del ensayo fueron de 6 mm. Para el grupo patrón (alcohol 96°), los halos tuvieron 12 mm, en promedio. No se evidenció efecto antibacteriano del extracto ante el *E. coli*, en comparación con la muestra patrón. El análisis ANOVA, evidenció diferencias estadísticamente significativas, donde el valor $p = 0.0000$ fue menor a 0,05 ($p < 0,05$) (34).

Como objetivo general se propuso: Evaluar la actividad antibacteriana in vitro del extracto etanólico del "*Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh*" al 25%, 50%, 75% y 100% frente a cepas de *Escherichia coli* ATCC 25922

Se propuso como objetivos específicos los siguientes:

- Identificar los metabolitos secundarios del extracto etanólico "*Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh*" con actividad antibacteriana.
- Determinar la concentración del extracto etanólico "*Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh*" con mayor actividad antibacteriana ante cepas de *Escherichia coli* ATCC 25922
- Evaluar la actividad antibacteriana de las concentraciones del extracto etanólico "*Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh*" al 25%, 50%, 75% y 100% ante cepas de *Escherichia coli* ATCC 25922 comparados con clindamicina

La hipótesis general fue: Los extractos etanólicos "*Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh*" al 25%, 50%, 75% y 100% presentan actividad antibacteriana frente a cepas de *Escherichia coli* ATCC 25922

Las hipótesis específicas fueron:

- El extracto etanólico "*Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh*" contiene metabolitos secundarios con actividad antibacteriana.
- A mayor concentración del extracto etanólico "*Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh*" la actividad antibacteriana es superior ante cepas de *Escherichia coli* ATCC 25922
- Los extractos etanólicos "*Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh*" al 25%, 50%, 75% y 100% presentan actividad antibacteriana superior ante la cepa *Escherichia coli* ATCC 25922 comparada con clindamicina.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

II.1. Enfoque y diseño de la investigación

De enfoque cuantitativo; con información numérica recolectada utilizada para contrastar las hipótesis (35). El análisis estadístico de los halos de inhibición de los extractos del *Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh* confirmó la actividad antibacteriana del extracto etanólico al 100% ante cepas de *E. coli*.

Diseño experimental pues se manipuló la variable independiente, extracto etanólico, en condiciones controladas (36), para evidenciar el efecto antibacteriano sobre las cepas del *E. coli*.

Corte, transversal pues los datos acerca de la actividad antibacteriana de la muestra se recolectaron en un solo momento y tipo explicativa pues se buscó explicar el porqué del efecto antibacteriano ante las cepas del *E. Coli* (37).

II.2. Población, muestra y muestreo

Bayas de “capulí” provenientes del distrito de Molinos en Jauja, Departamento de Junín colectadas por la tarde.

Las bayas fueron seleccionadas teniendo en cuenta como criterios de inclusión las condiciones óptimas por su morfología y características organolépticas y excluyéndose aquellas bayas dañadas o malogradas obteniéndose una muestra de 2 Kg.

Respecto a la población y muestra microbiológica estas fueron cepas de *E. coli* ATCC 25922 estandarizadas, siendo los criterios de exclusión aquellos cultivos que se hubiesen contaminado con cualquier microorganismo. Respecto al muestreo este fue aleatorio.

II.3. Variables de investigación

Variable independiente: El extracto etanólico *Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh* “capulí”

Definición conceptual: Producto proveniente del macerado con alcohol de 96° de partes vegetales durante 7 días. Posteriormente, el solvente se evapora mediante Baño María a 40°C. Para la conservación y almacenamiento se hará uso de recipiente de vidrio color ámbar.

Definición operacional: Concentración de 25%, 50%, 75% y 100% del extracto etanólico del “capulí”: *Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh*

Variable dependiente: Efecto antibacteriano sobre los cultivos del *E. coli* ATCC 25922.

Definición conceptual: Capacidad para inhibir el crecimiento y propagación de la bacteria en estudio por la sustancia.

Definición operacional: Sensibilidad bacteriana al extracto etanólico del “capulí”, por la medición de los diámetros de los halos de inhibición.

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

Fichas de registro para los resultados de la actividad microbiológica, pruebas de solubilidad así como el tamizaje fitoquímico.

II.5. Plan metodológico para la recolección de datos

- Recolección de muestra vegetal

Se seleccionaron las mejores bayas teniendo como referencia los criterios de inclusión señalados en el numeral II 2.

- Identificación de la muestra vegetal

Efectuada en el Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

- Preparación de la muestra

Seleccionada la muestra, se eliminaron los residuos de suciedad de las bayas mediante lavado con agua destilada estéril para luego ponerlas a secar al aire libre. Posteriormente, el secado durante 24 horas, se efectuó en una estufa a

60°C. Finalmente, las bayas secas, se trituraron en un mortero obteniéndose 612 g de muestra (38)

- **Obtención del extracto**

La muestra obtenida se dispuso en un recipiente de vidrio de 4 litros color ámbar de boca ancha añadiendo alcohol de 96° hasta cubrirla por completo dejándola reposar por una semana. Durante ese periodo, la preparación fue agitada con frecuencia por 15 minutos 3 veces al día. Culminado el periodo de maceración, la preparación fue filtrada utilizando papel filtro y algodón para luego evaporarse el alcohol mediante baño maría. El extracto de la muestra seca que contenía el principio activo fue almacenado en un frasco oscuro de vidrio. Finalmente, al diluir el extracto, se obtuvieron concentraciones de 25%, 50%, 75% y 100% (39).

- **Prueba de Solubilidad**

Para el estudio se emplearon 6 tubos de ensayo con 1 ml de diferentes solventes a los que se agregaron 2 ml del extracto etanólico a fin evaluar la solubilidad (39). Los solventes empleados fueron::

- Tubo 1: Ciclohexano
- Tubo 2: Etanol
- Tubo 3: Cloroformo
- Tubo 4: Metanol
- Tubo 5: Éter de petróleo
- Tubo 6: Agua destilada

- **Marcha fitoquímica**

Se hicieron pruebas con diversos reactivos para observar las reacciones que evidenciaron la presencia de los principios activos de la solución del extracto etanólico de *Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh*,

- **Reacción Dragendorff:** Se vertió 10 gotas de muestra a un tubo de ensayo añadiendo 5 gotas de HCl al 10% así como 3 gotas del reactivo

- Dragendorff. El precipitado naranja evidenció reacción positiva para alcaloides (39).
- **Reacción Mayer:** Al tubo con 10 gotas de muestra se añadieron 3 gotas del reactivo de Mayer. La coloración blanca fue el indicativo positivo para alcaloides (39).
 - **Reacción Fehling:** A 10 gotas de muestra se añadieron 3 gotas de los reactivos Fehling A y Fehling B. Producto del baño maría, la coloración rojo amarillo del tubo de ensayo evidenció azúcares reductores (39).
 - **Reacción de Tricloruro Férrico:** A 10 gotas de la muestra se añadieron 3 gotas de reactivo. El verde azulado del tubo de ensayo era el indicio de taninos (39).
 - **Reacción de Gelatina:** De forma similar se pusieron 10 gotas de la muestra y 3 gotas de gelatina en un tubo de ensayo. El precipitado denso blanco fue indicativo de la presencia de taninos (39).
 - **Reacción con Wagner:** La coloración roja oscura al verterse 10 gotas de la muestra y 3 gotas de reactivo Wagner en el tubo de ensayo evidenció la presencia de alcaloides (39).
 - **Reacción de Ninhidrina:** Se calentaron 10 gotas de la muestra y 3 gotas de reactivo entre 5 a 10 minutos en un tubo de ensayo. El color violáceo evidenció presencia de en pruebas in vitro en aminoácidos libres (39).
 - **Reacción Molish:** A 1 mL de muestra, se añadió 1 mL del reactivo A (α -naftol + etanol al 5%) y 2 gotas de H₂SO₄ concentrado en un tubo de ensayo. El anillo violeta reveló presencia de azúcares (39).
 - **Reacción Shinoda:** A 1 mL de muestra se agregó limaduras de magnesio y 3 gotas de HCl concentrado. La coloración rosa o rojo del tubo era evidencia de flavonoides. Al oxidarse el magnesio metálico por acción del HCl concentrado se libera H₂ como gas. Los complejos de flavonoides debido al MgCl₂ se evidenciaron por sus coloraciones características (39).

Enfrentamiento microbiológico

Teniendo como medio de cultivo el agar Müeller Hinton fueron utilizadas 12 placas Petri. La preparación siguió lo señalado por el fabricante. Se sembraron las placas con cepas de *E. coli* ATCC 25922 incubándolas, en posición invertida, a 35 °C

durante 18 horas. La verificación y medición se hizo con el vernier. Los registros de los resultados las concentraciones del extracto etanólico de la investigación se discutieron con los antecedentes de investigaciones previas (39).

Tabla 1. Enfrentamiento Microbiológico

Grupos	Sembrado bacteriano con <i>Escherichia coli</i>	Tratamiento	Recolección de datos	
			24 h	48 h
Grupo 1	X	-	•	•
Grupo 2	X	Extracto etanólico de <i>Prunus serotina</i> subsp. <i>capulí</i> (Cav.) McVaugh al 25%	•	•
Grupo 3	X	Extracto etanólico de <i>Prunus serotina</i> subsp. <i>capulí</i> (Cav.) McVaugh al 50%	•	•
Grupo 4	X	Extracto etanólico de <i>Prunus serotina</i> subsp. <i>capulí</i> (Cav.) McVaugh al 75%	•	•
Grupo 5	X	Extracto etanólico de <i>Prunus serotina</i> subsp. <i>capulí</i> (Cav.) McVaugh al 100%	•	•
Grupo 6	X	Control con Clindamicina 2 ug	•	•

Fuente: Elaboración propia

- a) Al grupo 1 no se le administró fármaco alguno, fue la muestra blanco (39).
- b) Las placas del grupo 1 al 6 fueron sembradas con cepas de *E. coli* (39).
- c) Para los grupos 2,3,4,5 usamos monodiscos con extracto etanólico de *Prunus serotina* subsp. *capulí* (Cav.) McVaugh a diferentes concentraciones al 25%, 50%, 75% y 100% (39).
- d) En el Grupo 6 se utilizó el control positivo elegido, en este caso Clindamicina (antibiótico) (39).

- e) Después de ser incubadas entre 24 a 48 horas, se realizaron las lecturas de los halos para proceder luego a la discusión (39).
- f) El método de disco difusión por siembra en superficie midió la actividad antimicrobiana (39).

Obtención del microorganismo

Las cepas microbianas de *Escherichia coli* ATCC 25922 empleadas provinieron de GENLAB PERÚ representante de MICROBIOLOGICS, las que están diseñada para estudios in vitro.

Preparación del medio de cultivo Mueller-Hinton

Se pesó 10.88 gr de agar disolviéndose en 320 mL de agua destilada con solución pH de 7.2 - 7.4 con disolución de NaOH 0,1N. Fue esterilizada a 121°C durante 15 minutos enfriándose a una temperatura entre 48 - 50°C. Luego, en una placa Petri de 15 x 100 mL, se distribuyó una capa de 4 mm de espesor del medio que correspondía a 20 mL de la preparación. Se dejó solidificar el medio por 30 minutos (39).

Discos de sensibilidad

Se elaboraron con papel Whatman N°4 de 6 mm de diámetro siendo luego esterilizados. Después, se empaparon los discos con 20 µl del extracto etanólico de *Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh.* de concentraciones: 25%, 50%, 75% y 100 % Posteriormente, una pinza estéril, se colocó sobre la superficie del agar posibilitando así una presión suave en los discos y asegurar el contacto con toda esta superficie teniéndose como distancia mínima entre los discos 25 mm. Al hacer contacto los discos con la superficie del agar no se removieron para evitar su dispersión (39).

Preparación del inóculo

El patrón fue el tubo N° 0,5 de la escala Mc Farland. El asa de siembra tocó la superficie de cada colonia de *E. coli* siendo, luego, transferida al tubo con 3,5 a 5 mL de caldo nutritivo. Las turbideces de los inóculos se ajustaron con el caldo nutritivo considerando el tubo patrón haciendo la comparación de las dos suspensiones en forma visual. Para la preparación se requirió de una adecuada iluminación de fondo blanco y líneas negras como contraste (39).

Siembra de las cepas de *Escherichia coli* ATCC 25922

Se siguió la metodología de Kirby-Bauer la cual determina la sensibilidad de un agente antibacteriano ante un antibiótico. La toma de la muestra se hizo con un hisopo estéril, no más de 15 minutos después de haber obtenido el inóculo. Se sumergió rotándolo y haciendo presión en las paredes del tubo a fin de eliminar el exceso de muestra que podía tener el hisopo. La siembra se hizo mediante estrías con el hisopo en tres direcciones opuestas entre sí garantizando así una uniforme distribución del inóculo. Las placas con la siembra fueron secadas a temperatura ambiente por 15 minutos para absorber el exceso de humedad superficial procediéndose luego a colocar los discos (40).

Incubación

Por 18 horas a una temperatura de 37 °C habiendo dispuesto las placas en posición invertida. Al finalizar el periodo de incubación se midió el diámetro de la zona de inhibición en cada disco (40).

Medición de halos de Inhibición

Se colocaron las placas contra una superficie oscura bajo iluminación reflejada. Para medir los discos se tomó en cuenta su diámetro (6 mm). El vernier fue el instrumento utilizado, pero, sin retirar la tapa de la placa. La medida de 6 mm indicaba que no se tenía inhibición. En la lectura de los halos se consideró solamente el área que no evidenció crecimiento detectado visualmente. No se incluyeron velos de crecimiento muy pequeños detectados fácilmente (40).

II.6. Procesamiento del análisis estadístico

La data fue evaluada utilizando el software SPSS versión 25, siendo materia de evaluación tanto la media, el promedio y la desviación estándar de los grupos de estudio. Así mismo, se empleó el análisis ANOVA para contrastar las hipótesis.

II.7. Aspectos éticos

El proyecto es su desarrollo evitó la contaminación bacteriana de personas, así como del medio ambiente. Para evitar esto, se emplearon las medidas de protección adecuadas específicamente para trabajar con material microbiológico, el uso de implementos así como medidas de bioseguridad durante la manipulación, transporte, uso, descontaminación, seguridad del personal y al eliminarse, de forma adecuada,os los desechos para proteger el medio ambiente.

III. RESULTADOS

Las pruebas de solubilidad y tamizaje fitoquímico del extracto etanólico (EE) del “*Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh*” (capulí) frente a *Escherichia coli* mostraron lo siguiente:

III.1. Prueba de solubilidad

Tabla 2. Ensayo de solubilidad del extracto etanólico *Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh*” (capulí)

TUBO	SOLVENTE	RESULTADOS
No 1	Agua destilada	(+)
No 2	etanol 70%	(+)
No 3	etanol 96%	(+++)
No 4	Metanol	(++)
No 5	alcohol etílico absoluto	(+++)
No 6	diclorometano	(+)
No 7	n-Butanol	(-)
No 8	Acetato de etilo	(-)
No 9	Éter dietílico	(-)

Leyenda:

- Muy soluble = (+++)
- Moderadamente soluble = (++)
- Poco soluble = (+)
- Insoluble = (-)

La tabla 2 muestra los resultados de solubilidad con solventes de diferente polaridad. La mayor solubilidad (+++) corresponde al etanol al 96 % y el alcohol etílico absoluto; moderadamente soluble (++) para el metanol, poco soluble (+) para el agua destilada, el etanol al 70% y el diclorometano e insoluble (-) para el n-Butanol, el Acetato de etilo y Éter dietílico.

III.2. Resultados del Tamizaje fitoquímico

Tabla 3. Tamizaje fitoquímico del extracto etanólico (EE), “*Prunus serotina* subsp. *capulí* (Cav.) McVaugh” (*capulí*)

REACTIVO DE IDENTIFICACIÓN	METABOLITOS PRIMARIOS	Reacción Positiva	RESULTADOS
Molish	Glucósidos	Formación de anillo violáceo	(+)
Fehling A y Fehling B		Precipitado rojo ladrillo	(+)
Ninhidrina	Aminoácidos	Coloración color violáceo	(++)
REACTIVO DE IDENTIFICACIÓN	METABOLITOS SECUNDARIOS	Reacción Positiva	RESULTADOS
Lieberman Burchard	Esteroides y Triterpenoides	Color verde, color azul, oscuro	(-)
Tricloruro férrico	Compuestos fenólicos	Color verde, color azul	(++)
Shinoda	Flavonoides	Coloración a rojo	(+++)
Gelatina	Taninos	Precipitado blanco	(-)
Dragendorff	Alcaloides	Precipitado rojo naranja	(++)
Mayer		Precipitado blanco	(++)
Hidróxido de sodio 10 %	Cumarinas	Coloración amarillo intenso	(++)
Bortranger	Quinonas	Coloración a rojo	(++)
Baljet	Sesquiterpenlactonas	Coloración rojo naranja	(+)
Agua destilada	Saponinas	Formación de espuma	(-)

Leyenda:

- (-) La coloración o precipitado no se evidencia
- (+) La coloración o precipitado se evidencia poco
- (++) La coloración o precipitado se evidencia moderadamente
- (+++) La coloración o precipitado se evidencia notablemente

Los resultados de la tabla 3 corresponden al tamizaje fitoquímico del extracto etanólico. Para los metabolitos primarios, como los aminoácidos ante el reactivo de Ninhidrina, la coloración formada fue moderada (++) y para los glucósidos ante

los reactivos de Molish y Fehling A y B la formación de precipitados fue escasa (+). Respecto a los metabolitos secundarios la presencia de flavonoides se evidenció mediante el reactivo Shinoda por una notable coloración hacia el rojo (+++). Para los compuestos fenólicos ante el Tricloruro férrico, los alcaloides ante los reactivos de Dragendorff y Mayer, las Cumarinas ante el Hidróxido de sodio al 10 % y las quinonas ante el reactivo Bortranger, la coloración o precipitado formada se evidenció moderadamente (++). Respecto a las Sesquiterpenlactonas ante el reactivo de Baljet la evidencia de coloración o precipitado fue escasa (+) y en cuanto a los taninos y saponinas no se observó la formación de precipitado o coloración alguna (-).

III.3. Ensayo microbiológico

Tabla 4. Mediciones de los halos de inhibición (mm) del ensayo microbiológico del extracto etanólico de *Prunus serotina subsp. capulí* (Cav.) McVaugh

Cepa bacteriana	Nº	Extracto 25%	Extracto 50%	Extracto 75%	Extracto 100%	Control Etanol 96%	Control Clindamicina 2 µg
<i>Escherichia coli</i> ATCC. 25922	1	6	6.17	6.21	11.22	6	30.52
	2	6	6.14	6.24	11.16	6	30.68
	3	6	6.12	6.28	11.37	6	31.26
	4	6	6.17	6.91	10.42	6	30.22
	5	6	6.12	6.31	10.75	6	31.14
	6	6	6.29	6.45	11.25	6	31.26
	7	6	6.23	6.37	11.31	6	31.77
	8	6	6.11	6.78	11.24	6	31.69
	9	6	6.17	6.37	11.39	6	30.64
	10	6	6.18	6.39	10.34	6	30.75
	11	6	6.13	6.39	11.06	6	31.84
	12	6	6.21	6.44	11.36	6	31.23
PROMEDIO		6.00	6.17	6.43	11.07	6.00	31.08
Desviación estándar		0.00	0.05	0.21	0.37	0.00	0.53

Escala interpretativa Duraffourd y Lapraz (1983)

- (-) Nula: Diámetro (< 8 mm)
- (+) Sensible bajo: Diámetro (9 - 14 mm)
- (++) Muy sensible: Diámetro (15 - 19 mm)
- (+++) Sumamente sensible: Diámetro (> 20 mm)

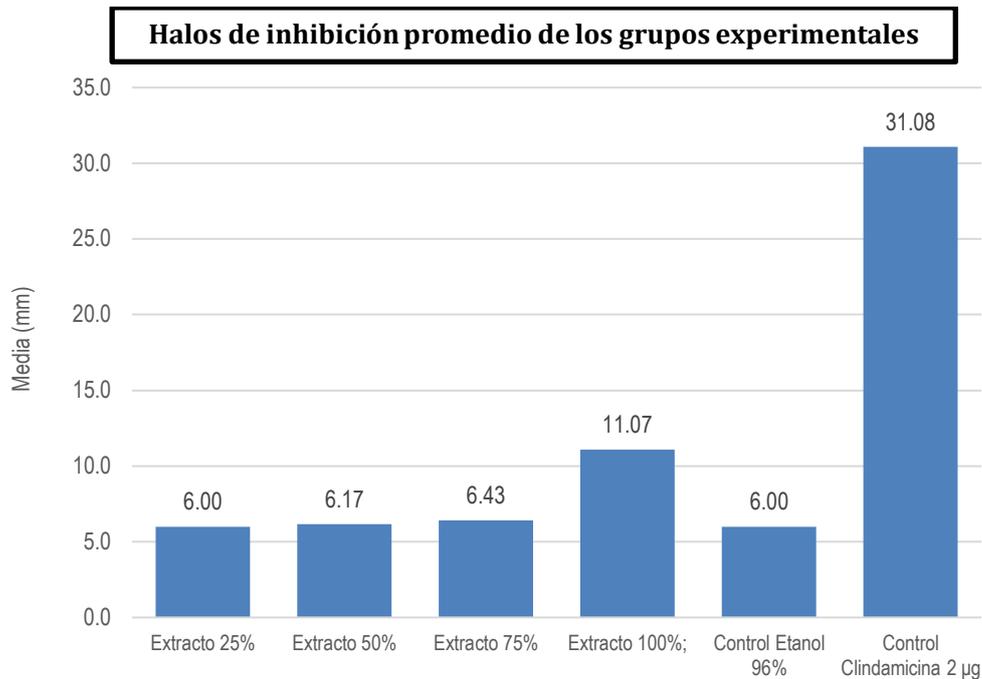


Figura 1. Efecto antibacteriano del extracto etanólico de *Prunus serotina* subsp. *Capulí* (Cav.) McVaugh

La tabla 4 y figura 1 detallan la actividad antibacteriana por el método de Kirby Bauer difusión en papeles estériles en concentraciones del extracto etanólico al 25%, 50%, 75% y 100% siendo la Clindamicina 2 µg y el etanol al 96% los grupos de control para efectos de comparación. La media del grupo de control positivo fue de 31.08 mm y para los halos de inhibición de los extractos al 25%, 50%, 75% y 100% de 6.00 mm, 6.17mm, 6.43mm y 11.07 mm respectivamente. Los resultados de las mediciones se compararon con la escala de Duraffourd y Lapraz de la tabla 5 y corresponde al detalle siguiente:

De la comparación de las dimensiones de los halos de inhibición del extracto etanólico de la tabla 4 en su sensibilidad y efecto antibacteriano con la escala de Duraffourd y Lapraz se tiene que la cepa de *E. coli* ATCC 25922, no mostraba sensibilidad ante las concentraciones de los extractos al 25%, 50% y 75% pues sus halos tenían valores menores a 8 mm siendo sensible solo los halos de concentración al 100 % cuyo promedio fue 11.07 mm. Para el control positivo, Clindamicina 2 µg, la cepa de *E. Coli* fue altamente sensible pues el promedio de los halos de inhibición fue de 31.08 ± 0.53 mm. Esto no se evidenció para el Control negativo (Etanol 96%) pues este promedio fue de 6.00 ± 0.00 mm.

CONTRASTACIÓN DE LAS HIPÓTESIS

Pruebas estadísticas paramétricas procesaron los resultados según las hipótesis propuestas evaluando la actividad antibacteriana in vitro del extracto etanólico de *Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh* frente a cultivos de *Escherichia coli* ATCC 25922 para concentraciones de 25%, 50%, 75% y 100% teniendo como controles positivo y negativo la Clindamicina y el etanol al 96%. Los resultados se interpretaron comparándolos con la escala de Duraffourd y Lapraz.

HIPÓTESIS GENERAL

H₁ Los extractos etanólico “*Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh*” al 25%, 50%, 75% y 100% presentan actividad antibacteriana frente a cepas de *Escherichia coli* ATCC 25922

H₀ Los extractos etanólico de “*Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh*” al 25%, 50%, 75% y 100% no presentan actividad antibacteriana frente a cepas de *Escherichia coli* ATCC 25922

En la contrastación de la hipótesis general, se analizó estadísticamente los halos obtenidos como producto de la actividad antibacteriana del extracto etanólico de *Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh*. La tabla 5 resume los valores para la media, desviación estándar, límites de confianza y los mínimos y máximos para cada grupo de estudio frente a las cepas de *Escherichia coli* ATCC 25922. Los resultados obtenidos se encuentran dentro de los límites de confianza, las medias de los diámetros de los halos de inhibición fueron evaluadas mediante la escala de sensibilidad de Duraffourd y Lapraz.

Tabla 5 Estadísticos descriptivos de la actividad antibacteriana del extracto etanólico de *Prunus serotina subsp. capulí* (Cav.) McVaugh. frente a cepas de *E. coli* ATCC 25922.

Diámetro de inhibición del halo en mm.	N	Media	Intervalo de 95% de confianza para la media		Desviación Estándar	Error Estándar	Mínimo	Máximo
			Límite inferior	Límite superior				
Control	12	6,00	6,00	6,00	0,00	0,00	6,00	6,00
Extracto 25%	12	6,00	6,00	6,00	0,00	0,00	6,00	6,00
Extracto 50%	12	6,17	6,13	6,20	0,05	0,01	6,11	6,29
Extracto 75%	12	6,42	6,30	6,56	0,21	0,06	6,21	6,91
Extracto 100%	12	11,07	10,83	11,31	0,36	0,10	10,34	11,39
Clindamicina 2 µg	12	31,08	30,75	31,42	0,52	0,15	30,22	31,84

De los resultados de la tabla 5, para la cepa de *Escherichia coli* ATCC 25922, al tener el halo de inhibición de la concentración al 25% del extracto etanólico de *Prunus serotina subsp. capulí* (Cav.) McVaugh una media de 6.00 ± 0.00 mm su sensibilidad fue nula (-) comparada con la escala de Duraffourd y Lapraz. De forma similar para las concentraciones al 50% y 75 % al ser las medias 6.17 ± 0.05 mm y 6.42 ± 0.21 mm respectivamente, las sensibilidades fueron nulas (-). Únicamente el extracto al 100%, con una media de 11.07 ± 0.36 mm mostró una sensibilidad catalogada como baja (+). Por otro lado, el error estándar, nos muestra el máximo error que se puede aceptar para cada uno de los diámetro de inhibición del halo evidenciado así la variabilidad de la muestra por lo que los resultados obtenidos permitieron corroborar el rechazo de la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis alterna (H1).

Conclusión: El extracto etanólico de *Prunus serotina subsp. capulí* (Cav.) McVaugh al 100% posee actividad antibacteriana frente a cepas de *Escherichia coli* ATCC 25922.

HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1

H₁ El extracto etanólico de capulí "*Prunus serotina subsp. capulí* (Cav.) McVaugh contiene metabolitos secundarios responsables de la actividad antibacteriana.

H₀ El extracto etanólico de capulí "*Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh*" no contiene metabolitos secundarios responsables de la actividad antibacteriana.

Los hallazgos del tamizaje Fitoquímico por el Método de Olga Lock permitieron determinar mediante pruebas cualitativas de coloración y precipitación en función a los grupos químicos presentes en el capulí, metabolitos secundarios con actividad antibacteriana los cuales contribuyeron a la contrastación de esta hipótesis. Así, la Tabla N° 3, evidencia el cambio notable de color para los Flavonoides ante el reactivo Shinoda (+++). En el caso de otros metabolitos como los flavonoides, alcaloides, cumarinas y quinonas la coloración o precipitado se evidenció de forma moderada (++) . Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H₀) y se acepta la hipótesis alterna (H₁).

Conclusión: El extracto etanólico de capulí "*Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh*" contiene metabolitos secundarios responsables de la actividad antibacteriana.

HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2

- **H₁** A mayor concentración del extracto etanólico "*Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh*" la actividad antibacteriana es superior ante cepas de *Escherichia coli* ATCC 25922

- **H₀** A mayor concentración del extracto etanólico de "*Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh*" la actividad antibacteriana no es superior ante cepas de *Escherichia coli* ATCC 25922

En la elección de la prueba estadística, se verificó pueda cumplirse los supuestos de normalidad. Al ser la muestra menor a 30 unidades se eligió el estadígrafo de Shapiro-Wilk. Los valores de la significancia (sig) de la Tabla 6 muestran que son mayores a 0.05 para el tratamiento con extracto etanólico al 50% y Control Clindamicina 2 µg, por lo que estas presentan una distribución normal. Por otro lado, los extractos etanólicos al 75% y 100% tiene un valor (sig) menor al 0.05, por lo que estos presentan una distribución diferente a la normal. En conclusión, al tener algunos tratamientos que no cumplen el supuesto de normalidad, se

concluye que la distribución de datos es diferente a la normal, lo que motivó una prueba de diferencias de medianas, y para ello se utilizó la prueba Kruskal Wallis.

Tabla 6. Prueba de Normalidad de los halos de inhibición extracto etanólico de capulí “*Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh*”

Tratamiento	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Extracto 50%	0,175	12	0,200*	0,905	12	0,183
Extracto 75%	0,292	12	0,006	0,807	12	0,011
Extracto 100%	0,261	12	0,024	0,790	12	0,007
Control Clindamicina 2 µg	0,154	12	0,200*	0,943	12	0,536

Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Tabla 7. Análisis descriptivos de los halos de inhibición extracto etanólico de capulí “*Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh*”

Tratamiento	N	Rango promedio
Control Etanol 96%	12	12,50
Extracto 25%	12	12,50
Extracto 50%	12	30,88
Extracto 75%	12	42,13
Extracto 100%	12	54,50
Control Clindamicina 2 µg	12	66,50
Total	72	

De la tabla 7 tenemos que el grupo con el rango promedio más alto es el tratamiento con el extracto etanólico al 100%, observándose que hay, al menos, una diferencia entre grupos.

Tabla 8. Análisis de la mediana de los halos de inhibición extracto etanólico de capulí "*Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh*"

Tratamiento	Mediana
Control Etanol 96%	6,00
Extracto 25%	6,00
Extracto 50%	6,17
Extracto 75%	6,38
Extracto 100%	11,23
Control Clindamicina 2 µg	31,18
Total	6,23

De acuerdo con lo que muestra la tabla 8, el extracto etanólico de *Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh* al 100% presenta la mediana más alta (Md = 11,23), seguida de los extractos etanólicos al 75% (Md = 6,38) y al 50% (Md=6.17), teniendo el extracto etanólico al 25% la mediana más baja (Md = 6,00).

Tabla 9. Prueba de Kruskal-Wallis de los halos obtenidos del extracto etanólico de "*Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh*" (*capuli*)

	Valor
Chi-cuadrado	69,406
Gl	5
Sig. asintót.	0,000

- a. Prueba de Kruskal-Wallis
b. Variable de agrupación: Tratamiento

Tomando como referencia el valor chi cuadrado de la tabla 9, se observaron diferencias en los halos de inhibición del extracto etanólico de capulí "*Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh*" ($X^2 = 69,406$, $p < 0.05$). Por otro lado, al ser la significancia menor o igual a 0.05 se rechaza la hipótesis nula; en este caso, siendo la significancia 0.000, que es menor a 0.05; entonces se rechaza la

hipótesis nula aceptándose la hipótesis alterna, concluyendo que a mayor concentración del extracto etanólico "*Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh*" la actividad antibacteriana es superior ante cepas de *Escherichia coli* ATCC 25922.

HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3

H₁: Los extractos etanólico "*Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh*" al 25%, 50%, 75% y 100% presentan valores superiores de la actividad antibacteriana ante la cepa de *Escherichia coli* ATCC 25922 comparada con clindamicina.

H₀: Los extractos etanólico "*Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh*" al 25%, 50%, 75% y 100% presentan valores inferiores de la actividad antibacteriana ante la cepa de *Escherichia coli* ATCC 25922 comparada con clindamicina.

La Tabla 7 evidencia que los valores de la mediana para la cepa de *Escherichia coli* ATCC 25922 son inferiores para todas las concentraciones respecto a los del control de clindamicina. En esa medida, el antibiótico utilizado como control positivo tiene mayor diámetro de inhibición. Por lo tanto, se puede concluir que no hay evidencia estadística para rechazar la Hipótesis nula (H₀).

Conclusión: La susceptibilidad antibacteriana de las cepas de *Escherichia coli* ATCC 25922 frente al extracto etanólico "*Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh*" al 25%, 50%, 75% y 100% no muestra mayor inhibición comparada con la clindamicina.

IV. DISCUSIÓN

IV.1. Discusión de resultados

Se sabe acerca de los peligros que causan en la salud las infecciones bacterianas y la resistencia que estos desarrollan ante los antibióticos y desde hace tiempo, la medicina casera utiliza plantas con propiedades curativas. Investigaciones diversas han buscado demostrar las propiedades terapéuticas de los principios activos de diversas plantas y frutos. Ello lo corroboran, investigaciones como la de Rosella C, Ulloa G, Medina D, Caballero S, Mayta F Del Valle J (41), o revisiones sistemáticas como la de Pardo K, Pareja M, Guillen A, Ureta J (42) sobre la actividad antibacteriana in vitro del camu camu o la desarrollada Quiroz S, Rodríguez S (43), entre otros estudios en temas afines.

Con relación a la hipótesis general, el análisis estadístico de las medias de los diámetros de halos de inhibición de las diferentes diluciones efectuadas comparadas con la escala de Duraffourd y Lapraz mostraron que solo los halos del extracto etanólico al 100% con una media de 11.07 ± 0.36 mm tenían sensibilidad antibacteriana catalogada como baja (+) frente a cepas de *Escherichia coli*; sin embargo, las diluciones al 25%, 50 y 75% no mostraron actividad antibacteriana alguna. Los resultados se relacionan con los obtenidos por Infante G y Terán S (34) quienes demostraron que la sensibilidad antibacteriana de las diluciones del extracto hidroalcohólico al 10%, 50%, 75% de las hojas de *Prunus serotina* mediante el método de Kirby Bauer, era nula frente a las cepas de *Escherichia coli*, mostrando halos de inhibición de 6 mm, esto nos lleva a inferir que, para el caso del *Prunus serotina subsp. capulí* (Cav.) McVaugh solo a concentraciones altas (100%) muestran actividad antibacteriana frente a cepas de *Escherichia coli*. Estimándose que ello sucede, probablemente, por el menor contenido de compuestos en los extractos de baja concentración. Por otro lado, como lo señala Kchaou *et al.* (47), los microorganismos Gram negativos muestran una menor susceptibilidad a la acción de los antibacterianos pues la membrana externa que rodea la pared celular restringe la difusión de compuestos hidrofóbicos a través de los lipopolisacáridos que la cubren.

Respecto a la hipótesis referida a la identificación de metabolitos secundarios con actividad antibacteriana en el extracto etanólico de *Prunus serotina subsp. capulí*

(Cav.) *McVaugh*, el tamizaje fitoquímico evidenció una moderada presencia de flavonoides (++) y presencia abundante (+++) para compuestos fenólicos, Estos hallazgos se relacionan con los obtenidos por Aguayo J, et al. (29) quienes en la investigación referida a las propiedades nutraceuticas del extracto metanólico *Prunus persica L* identificaron y cuantificaron los contenidos fitoquímicos en el orden de 247 mg equivalentes de catequina/100 g de muestra en base seca (bs) para los flavonoides, y 452 mg equivalentes de ácido gálico/100 g (bs) para los fenólicos totales, otorgándole la actividad antibacteriana a la acción de los flavonoides como flavonas, flavonoles, flavanonas, antocianidinas y flavanos sobre la inhibición de la síntesis de la pared celular, inhibiendo la enzima D-alanina-D-alanina ligasa. Cushnie & Lamb, (51), Respecto a otro compuesto fenólico encontrado en el extracto de durazno se han reportado hallazgos de taninos confirmándose su efecto antimicrobiano, siendo su mecanismo de acción su interacción con la membrana celular inhibiendo las proteasas, en el transporte celular a través de la membrana y su adhesión con proteínas induciendo cambios morfológicos en las bacterias Kchaou et al (47).

Por otro lado, tanto las investigaciones de Zarái et al (46), quienes evaluaron las propiedades antibacterianas, antifúngicas y citotóxicas del aceite esencial de *Marrubium vulgare* en bacterias Gram positivas (+) como el *Staphylococcus aureus* 1327, *Staphylococcus epidermidis*, *Micrococcus luteus*, *Enterococcus faecalis*, *Enterobacter cloacae*, *Staphylococcus aureus* 25923, *Bacillus subtilis* *Bacillus cereus*, y bacterias Gram negativas (-) como las *Pseudomonas aeruginosa* 27853, *Klebsiella pneumoniae* WHO 24 y *Escherichia coli* 25922 y la que llevaron a cabo Kchaou, et al (47) acerca del perfil fenólico, propiedades antibacterianas y citotóxicas del extracto de dátiles (*Phoenix dactylifera L.*) en bacterias Gram (+) *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Enterococcus faecalis*, y *Micrococcus luteus* y bacterias Gram (-) como el *Escherichia coli*, *Klebsiella*, y *Salmonella*. Estas dos investigaciones encontraron que era razonable considerar que la actividad antimicrobiana se podría relacionar a la abundancia de compuestos fenólicos que presentan una mezcla compleja de diferentes componentes químicos, por lo que es muy difícil reducir el efecto antibacteriano a unos pocos principios activos y que, en el caso de las bacterias Gram (-), estas presentan una mayor resistencia la que podría atribuirse a la

presencia de su membrana externa, que rodea la pared celular y restringe la difusión de compuestos hidrófobos a través de su cubierta de lipopolisacáridos. Para las bacterias Gram (+), la ausencia de esta pared celular permite el contacto directo de los componentes hidrófobos del aceite esencial con la bicapa de fosfolípidos de la membrana celular provocando un aumento de la permeabilidad a los iones así como la fuga de componentes intracelulares vitales o la alteración de los sistemas enzimáticos bacterianos (46).

Por otro lado, se ha evidenciado el efecto antibacteriano de los flavonoides como la catequina, quercetina y apigenina o en bacterias Gram (+) y Gram (-) y su acción se evidencia por tres mecanismos: Según precisa Arakawa, et al (48), la perforación de la membrana citoplasmática da lugar a la formación de H₂O₂, (2) Para Gradišar et al (49), al reducirse la fluidez de la membrana que inhibe la síntesis de ácidos nucleicos como la topoisomerasa y el dihidrofolato reductasa produciéndose la inhibición del metabolismo energético, inhibiendo la enzima ATP sintasa .

Otro compuesto fenólico encontrado en el extracto de durazno con efecto antimicrobiano confirmados son los taninos. Para Kchaou et al. (47) , esto es producto de la interacción con la membrana celular inhibiendo las proteasas en el transporte celular a través de la membrana y su adhesión con proteínas induciendo cambios morfológicos en las bacterias, También Cushnie & Lamb (51), demostraron el efecto de los flavonoides en la inhibición de la síntesis de la pared celular inhibiendo la enzima D-alanina-D-alanina ligasa y el de la membrana celular inhibiendo las enzimas FabG, FabI, FabZ, Rv0636 y KAS III. Para Kchaou et al. (47), los flavonoides causantes de este daño son las flavonas, flavonoles, flavanonas, antocianidinas y flavonas. Finalmente, Cuño Gallardo (52) en la investigación de la actividad antibacteriana y otras propiedades bioactivas de la ciruela (*Prunus domestica*) frente al *Escherichia coli*, señala que el método de preparación y la temperatura de secado de los extractos influyen significativamente en su composición fenólica determinando también las propiedades antibacterianas de estos.

Con relación a la segunda hipótesis específica referida a la concentración del extracto etanólico con mayor actividad antibacteriana, solamente los halos de

inhibición de 11.07 ± 0.37 mm del extracto etanólico al 100% de *Prunus serotina* subsp. capulí (Cav.) McVaugh mostraron sensibilidad al compararla con la escala de Duraffourd y Lapraz. Estos resultados se relacionan con los obtenidos por (Aguayo (29), en prueba con cepas de *Salmonella typhimurium* ATCC 14028, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Listeria monocytogenes* ATCC 7644 y *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 quien encontró que los halos de inhibición de 9.97 ± 0.34 mm que corresponden al extracto metanólico del *Prunus pérsica* al 99.5% mostraron mayor actividad frente a cepas de *Escherichia coli*.

Por otro lado, Cuño, G (52) evaluando la actividad antibacteriana y otras propiedades bioactivas del *Prunus domestica* frente al *Escherichia coli*, en muestras de concentraciones de 20 mg/mL en suero fisiológico provenientes de tres extractos de zumos obtenidos por liofilización: 100 mL de zumo secado al vacío a 40°C y 60°C , 50 mL de zumo secado al vacío a 80°C y 100 mL de zumo secado por atomización. Los resultados evidenciaron una actividad antibacteriana significativa respecto al control de crecimiento en el extracto obtenido mediante secado al vacío a una temperatura de 80°C ; sin embargo, para los otros extractos esta actividad no fue significativa. El extracto de mayor actividad antibacteriana logró inhibir el 46 % del crecimiento de *E. coli*; ello parece indicar que los compuestos con mayor actividad antibacteriana frente a este patógeno no son especialmente termolábiles y se extraen, preferentemente, a temperaturas más elevadas.

La tercera hipótesis, referida a la actividad antibacteriana de extractos etanólicos al 25%, 50%, 75% y 100% frente a la clindamicina; evidenciaron que los halos de inhibición de 6.00 ± 0.00 mm (extracto al 25%), 7 ± 0.05 mm (50%), 6.43 ± 0.21 mm (75%) y 11.07 ± 0.37 mm (100 %) mostraban que este último era sensible ante la cepa de *Escherichia Coli* al compararlos con la escala de Duraffourd y Lapraz; sin embargo, el halo del control positivo de clindamicina, fue de 31.08 ± 0.53 mm, teniéndose una alta sensibilidad antibacteriana ante la cepa de *E. Coli*. Estos hallazgos se relacionan con los hallazgos de Cancho y Remon (32) quienes en su investigación sobre el efecto antibacteriano del extracto hidroalcohólico de *Prunus serotina* Ehrh en concentraciones de 100%, 75%, 50%, 25%, 10% y 5% frente a *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, obtuvieron que solo las

concentraciones al 75% (14.6 mm) y 100% (18.00 mm) mostraron sensibilidad; sin embargo, para la clindamicina utilizada también como control, los halos fueron de 30 mm en promedio, evidenciando que a mayor concentración del extracto mayor sensibilidad atribuyéndole a los compuestos metabólico secundarios como flavonoides, leucoantocianidinas y antocianinas identificados en la marcha fitoquímica actividad antibacteriana y guardan correlato con los hallazgos de Oyetano, m., & Bada, O. (53) en su estudio con extractos de concentraciones de 50 mg/mL, 100 mg/mL y 200 mg/mL de la corteza de la hoja y del tallo de la cereza *Prunus avium* evidenciando constituyentes biológicamente activos, como saponinas, alcaloides, taninos, flavonoides y fenoles como responsables de la actividad antibacteriana observada contra algunos patógenos seleccionados como el *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*, *Klebsiella pneumoniae*, y la *Salmonella typhi*. Además, la diferencia en el patrón de susceptibilidad de las bacterias Gram positivas y Gram negativas podría atribuirse a las diferencias en las estructuras de sus paredes celulares, pues la pared celular de los Gram positivos es más gruesa respecto a la de los Gram negativas y son rígidas debido al refuerzo peptidoglicano (un polímero estructural de la envoltura de células bacterianas formada por azúcares y aminoácidos responsable de la determinación de la forma y la integridad celular bajo estrés osmótico en casi todas las bacterias), aunque esto no se ha traducido en resistencia a los antibióticos. Además, la susceptibilidad antibacteriana de los extractos de *P. avium* evidenciada en el tiempo mínimo de exposición (15 minutos), en el caso del *E. coli*, para lograr la inhibición completa del crecimiento sugiere que la planta de cereza puede contener nuevos agentes antimicrobianos para estos patógenos que eluden a los antibióticos conocidos.

De forma complementaria, Hanbali y Bou (54), quienes en investigaciones previas habían evaluado la actividad antimicrobiana de los extractos de cereza dulce (*Prunus avium* L) en diversas bacterias gram positivas y gram negativas y el hongo *Candida albicans* se propusieron comprender de mejor forma el efecto antibacteriano en el crecimiento de bacterias y hongos de una variedad de los extractos de cerezas ácidas (*Prunus cerasus* L.), de los extractos metanólicos del zumo de las cerezas ácidas, del extracto proveniente de las cáscaras siendo el solvente agua destilada (ddH₂O) y el del extracto metanólico de las cáscaras.

Las bacterias y los hongos se cultivaron en agar Mueller-Hinton evaluándose con el método de difusión en disco. Los resultados mostraron una inhibición sobresaliente para el extracto del zumo de cerezas ácidas en el *Staphylococcus aureus*, *Citrobacter koseri*, *Enterobacter cloacae*, y *Klebsiella pneumoniae* siendo menor la atenuación frente al *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* ESBL, *Proteus vulgaris*, y *C. albicans*. Además, en el caso del extracto metanólico proveniente de las cáscaras de la cereza se observó una sustancial inhibición con el *Enterococcus* Grupo D, el *S. aureus*, *Streptococcus* del grupo A, *Streptococcus* del grupo B (GBS), *E. cloacae*, *E. coli*, *E. coli* ESBL y *K. pneumoniae* siendo esta atenuación menor para el *B. subtilis*, *P. vulgaris* y *C. albicans*. Así mismo, se observó un importante efecto inhibitorio del extracto acuoso de las cáscaras con el *Enterococcus* Grupo D, *S. aureus* del grupo A, *C. koseri*, *K. pneumoniae* y *P. vulgaris*, siendo menor el efecto con el *E. cloacae*, *E. coli*, *E. coli* ESBL y *C. albicans*; además, el extracto proveniente del metanol mostró una inhibición sustancial del *Enterococcus* Grupo D. Se concluyó confirmando a través de los resultados obtenidos que las concentraciones inhibitorias mínimas de los extractos de *P. cerasus* a las 24 horas de inoculación eran mensurables tanto sobre la resistencia/sensibilidad diferencial de las bacterias gram positivas y gram negativas y el *C. albicans* en cultivos de caldo Mueller-Hinton.

IV.2. Conclusiones:

- El extracto etanólico de "*Prunus serotina* subsp. *capulí* (Cav.) McVaugh" al 100% de concentración mostró sensibilidad antibacteriana ante el

Escherichia coli ATCC 25922, en tanto que para las concentraciones al 25%, 50% y 75% esta sensibilidad fue nula.

- Se evidenció en el extracto etanólico metabolitos secundarios como compuestos fenólicos y flavonoides con actividad antibacteriana
- A mayor concentración del extracto etanólico la actividad antibacteriana fue superior ante las cepas de *Escherichia coli* ATCC 25922.
- Se demostró la alta sensibilidad bacteriana de la clindamicina (+++), respecto a las concentraciones del extracto etanólico etanólico *Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh*.al 25%, 50%, 75% y 100% del extracto

IV.3. Recomendaciones

- Realizar este tipo de investigación con estudios in vivo; los cuales pueden ser mediante pruebas con animales de laboratorio o ensayos clínicos en personas, que permitan validar la actividad antibacteriana del *Prunus serotina* dado que su relevancia clínica no ha sido estudiada fehacientemente.
- Realizar estudios comparativos respecto a la sensibilidad entre la prueba de Kirby Bauers técnicas de difusión en disco, diluciones en placa y caldo y la Prueba Épsilon (E test) a fin de identificar la correlación respecto a la concentración inhibitoria mínima y evaluar los mecanismos de resistencia que pudieran estar presentes.
- Se recomienda a fin de lograr una mejor caracterización y cuantificación de los contenidos fenólicos totales el empleo de técnicas como la cromatografía líquida acoplada a la espectrometría de masas.
- Desarrollar investigaciones referidas a ensayos antibacterianos utilizando diversos fármacos como controles positivos con el objetivo de validar y sacar conclusiones sobre su efectividad haciendo la extracción de

metabolitos secundarios con diversos solventes orgánicos y determinar el que ofrece mayor rendimiento de extracción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Povea E. y Hevia D. La enfermedad diarreica aguda. Revista cubana de pediatría [internet] Ciudad de la Habana oct.-dic. 2019. [citado 06 de septiembre de 2022]. 91(4): e928.0 Disponible de: <http://scielo.sld.cuscielo>
2. León Rodríguez L. “Multirresistencia a antimicrobianos de cepas de *Escherichia coli* productoras de betalactamasas de espectro extendido (ESBL) aisladas en urocultura del Hospital Regional “Manuel Nuñez Butrón”, Puno. [Tesis de pregrado en Internet]. Chile: Universidad de Chile; 2012. 95 p. Disponible de: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3274797>
3. Vanegas Múnera JM, Jiménez Quiceno JN. Resistencia antimicrobiana en el siglo XXI: ¿hacia una era post-antibiótica?. Rev. Fac. Nac. Salud Pública [Internet]. Colombia : Universidad de Antioquia, 2020 [citado 02 de septiembre de. 2022]; Vol 38. Núm. 1, enero-abril p 38.1. Disponible de: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/fnsp/article/view/337759>
4. González Mendoza J, Maguiña Vargas C, González Ponce FM. La resistencia a los antibióticos: un problema muy serio. Acta Medica Perú [Internet]. Perú: Universidad peruana de Cayetano Heredia, 2019 [citado 02 de septiembre de 2022]; 36(2): 145-51. Disponible de: <http://www.scielo.org.pe/pdf/amp/v36n2/a11v36n2.pdf>
5. Rocha C, Reynolds ND, Simons, MP. Resistencia emergente a los antibióticos: una amenaza global y un problema crítico en el cuidado de la salud. [Internet]. 3ª vol. 32, núm. 1, enero-marzo. Perú Med. Exp. Salud Pública, 2015 [citado 02 de septiembre de 2022]; pp. 139-145. Disponible en : <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=36338592020>
6. Diaz MJ, Echezuria ML. Diarrea aguda: Epidemiología, concepto, clasificación, clínica, diagnóstico, vacuna contra rotavirus. [Internet]. Vol. 77, Núm. 1 Venezuela, 2014. [citado 08 de septiembre de 2022]; 72(4): 9-15. Disponible de: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06492014000100007
7. López AM, Cataño JC. Enfermedad diarreica aguda (EDA) adquirida en la comunidad en el adulto inmunocompetente. Parte 1/2. [Tesis de pre grado]. Colombia: Universidad de Antioquia; 2021. 30 p. disponible de: <https://www.perlasclinicas.medicinaudea.co>

8. Organización Mundial de la Salud. Estrategias de la OMS sobre medicina tradicional 2014-2023. [Internet]. 2013 [Citado 06 de octubre de 2022]; 56(4): 78-83. Disponible de: [Estrategia de la OMS sobre medicina tradicional 2014-2023 https://apps.who.int](https://apps.who.int)
9. Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades – MINSA. Hasta la SE 07 [Internet] Perú; 2021. [Citado 10 de octubre de 2022]; 45(4): 91-105. Disponible de: <https://www.dge.gob.pe>
10. Rainer B, Douglas S. Plantas medicinales de los Andes y la Amazonia La flora mágica y medicinal del Norte del Perú. [Internet] Centro William L. Brown – Jardín Botánico de Missouri. Noviembre 2015. [Citado 1 de Febrero 2023]. 95 p. Disponible de: [PLANTAS MEDICINALES DE LOS ANDES Y LA AMAZONIA https://docs.bvsalud.org](https://docs.bvsalud.org) > biblioref > 2018/10 ..
11. Reyes-Pillajo, I.Y., Santa Cruz-Terán, S. G., Castro-García, M.R., Villacres, C.E.; Chávez-Campuzano, M.F., & Armas-Vega, A. Efecto antibacteriano y antioxidante de frutos rojos ecuatorianos sobre streptococcus mutans: estudio in vitro. Odontología Vital [Internet]. Ecuador: Universidad de Ecuador; 2019. [Citado 10 de marzo. 2023]; 31(4):23-30. Disponible de: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/odov/n31/1659-0775-odov-31-23.pdf>
12. Moncayo R. Análisis de la diversidad genética del capulí (*Prunus serotina*), en la región andina del Ecuador, utilizando marcadores moleculares AFLP. [Tesis pre grado en internet]. Ecuador: Universidad San Francisco de Quito; 2017. [Citado 23 de septiembre de 2022]. 50 p. Disponible de: <https://core.ac.uk/download/pdf/147374392.pdf>
13. Rojas Ramírez, Z. Cuantificación de antocianinas de cáscara del fruto de capulí (*Prunus serotina spp*) utilizando dos solventes a diferentes temperaturas y tiempos. [Tesis de pregrado en Internet]. Perú: Universidad Nacional de Cajamarca, 2017 [Citado 10 de marzo de 2023]. 249 p. Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1721/TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
14. Hernández G, Espinosa- Solares T, Perez-Lopez A, Salgado-Escobar I, Guerra-Ramírez D. Antioxidant capacity of capulin (*Prunus serotina subsp. capuli* (Cav). McVaugh) fruit at different stages of ripening. Ecosistemas y

- Recur Agropecu; 2019 [Citado 10 de marzo. 2023]. Vol. 6, Núm. 16 44 p. Disponible de: <https://doi.org/10.19136/era.a6n16.1947>
15. Reyes S, Venegas E, Valdiviezo J, Ocaña J, Tadeo M. Características farmacognósticas y cuantificación espectrofotométricas de antocianinas totales del fruto de *Prunus Serotina* subsp. “capulí” [Tesis pre grado en Internet]. Perú: Universidad Nacional de Trujillo, 2018. [Citado 10 de octubre de 2022]. 125 p. Disponible de: <https://www.researchgate.net/publication/329579560> Características farmacognósticas y cuantificación espectrofotométrica de antocianinas totales del fruto de *Prunus serotina* subsp capuli Cav McVaugh Rosaceae capuli
16. Guzman FA, Segura SD, Vargas GA. El capulín (*Prunus serotina Ehrh*) árbol multipropósito con potencial forestal en México. [Internet]. México; 2020 [Citado 10 de octubre de 2022]. Vol. 26, Núm. 1, 15 p. Disponible de: <https://www.scielo.org.mx/pdf/mb/v26n1/2448-7597-mb-26-01-e2611866.pdf>
17. Moncayo R. Análisis de la diversidad genética del capulí (*Prunus serotina* subsp. *capulí* (Cav.) McVaugh), en la región andina del Ecuador, utilizando marcadores moleculares AFLP. [Tesis de pre grado]. Ecuador: Universidad San Francisco de Quito; 2017 [Citado 10 de octubre de 2022]. 15 p. Disponible de: <https://core.ac.uk/download/pdf/147374392.pdf>
18. Avendaño GA, Lira SR, Madrigal CB, Garcia ME, Soto HM, Romo de Vivar RA. Manejo y Síndromes de domesticación del capulín (*Prunus serotina Ehrh* ssp. *capuli* (Cav) Mc Vaugh) en comunidades del estado de Tlaxcala [Internet]. México, 2015 [citado 02 de septiembre de 2022]. Vol. 49, Núm. 2, pp. 189-204. Disponible de: <https://www.redalyc.org/pdf/302/30236851007.pdf>
19. Guzmán F, Segura S, Almaguer G. El capulín (*Prunus serotina Ehrh* .): árbol multipropósito con potencial forestal en México. Madera y Bosques. [Internet]. México: Universidad Autónoma de Chapingo, 2020 [citado el 02 de septiembre de 2022]. 4(1): 22-23. Disponible de : https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext & pid=S_1405-04712020000100400.

20. Espinoza Tacuri S. Efecto de las épocas de poda en el rendimiento y calidad del fruto de 5 biotipos promisorios de *Prunus serotina subsp. capulí* (Cav.) *McVaugh* —guindall en el Banco de Germoplasma INIA - Canaán. Ayacucho [Tesis de pregrado en internet]. Perú: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, 2018. [citado el 02 de septiembre de 2022]. 26 p. Disponible de: http://209.45.73.22/bitstream/UNSCH/2840/1/TESIS%20B840_Esp.pdf
21. Baños Gaibor K. Identificación y descripción de las características anatómicas de la madera de *Prunus serotina* (CAPULÍ), procedente de tres provincias: Chimborazo, Tungurahua y Cotopaxi. [Tesis de pregrado en internet]. Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2017. [citado el 02 de septiembre de 2022]. 26. p. Disponible de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/6683>
22. Jiménez M, Castillo I, Azuara E. Actividad antioxidante y antimicrobiana de extractos de capulín (*Prunus serotina* subsp capuli). Revista mexicana de ingeniería química.[Internet]. México, 2011 [Citado 06 de noviembre de 2022];10(1):29-37 Disponible de: <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmiq/v10n1/v10n1a4.pdf>
23. Plantas alimenticias del Perú. FLACSO Andes. [Internet] Perú: Universidad Científica del Sur, 2004 [citado 10 Octubre de. 2022]. 17(4): 46-54. Disponible de: https://www.flacsoandes.edu.ec/sites/default/files/agora/files/1286762289.apuntes_01_plantas_alimenticias.pdf
24. Ruiz S, Venegas E, Valdiviezo J, Ocaña J, Tadeo M. Características farmacognósticas y cuantificación espectrofotométrica de antocianinas totales del fruto de *Prunus serotina subsp. capuli* (Cav.) *McVaugh* (Rosaceae) “capulí”. [Internet]. Perú: Universidad Nacional de Trujillo, 2018. [citado 10 Octubre de 2022]. 25(3): 961-980. Disponible de: <http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v25n3/a09v25n3.pdf>
25. Ramírez LS, Marín Castaño D. Metodologías para evaluar in vitro la actividad antibacteriana de compuestos de origen vegetal. Scientia Et Technica [Internet]. Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira, 2009 [citado 18 de noviembre de 2022]. 15 (42): 263-268. Disponible de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84916714049>

26. Armas H, Vélez Rodríguez Ruth. Evaluación comparativa de metabolitos secundarios, actividad antimicrobiana y letalidad de extractos orgánicos de *Cymbopogon crinitus* (Hierba Luisa) y *Melissa officinalis* (toronjil) [Tesis de pregrado en Internet]. Ecuador: Universidad Técnica de Machala; 2015. citado 18 de noviembre de 2022]. 65 p. Disponible de: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/2796>
27. Infante Guevara R, Teran Sangay V. Efecto antibacteriano del extracto seco de las hojas de *Prunus serotina* “capulí” procedentes del Centro Poblado de Pariamarca de la región Cajamarca (Tesis de pregrado]. Perú: Universidad Privada Antonio Guillermo Urrello; 2019 [Citado 20 de marzo de 2023]. 89 p. Disponible de: <http://repositorio.upagu.edu.pe/bitstream/handle/UPAGU/935/FYB-012-2019.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
28. Organización Mundial de la Salud. E COLI. [Internet], febrero 2017 [Citado 06 de febrero de 2022]. 6(3): 34-46. Disponible en: <https://www.who.int>
29. Aguayo J, Mora S, Tovar X, Rochín J, Navarro R. Fitoquímicos y propiedades nutraceuticas de durazno (*Prunus persica L.*) cultivado en Zacatecas [Internet]. México, 2022 [Citado 15 de enero de 2023]. 53(5): 75-81. Disponible de: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S_1405-27682022000100151
30. Silvan J, Cuño A, Michalska A, Martínez A, Adolfo J, editores, Empleo de extractos de ciruela sometidos a diferentes procesos de secado como ingredientes para la mejora de la salud gastrointestinal. II Jornadas Científicas CIAL Fórum [Internet]. España, 2018. [Citado 15 de enero de 2023]. 115 p. Disponible de: <http://hdl.handle.net/10261/196021>
31. Reyes Y, Cruz A, Castro M, Santacruz S. Efecto antibacteriano de extractos de *Prunus salicifolia* (capulí) y *Vaccinium floribundum* (mortiño) sobre cepas de *Streptococcus mutans* estudio in vitro. Revista Kiru [Internet]. Ecuador: Universidad Central de Ecuador, 2019 [Citado 15 de diciembre de 2022]. 23(2): 116-23. Disponible de: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S_1659-07752019000200023

32. Cancho K, Remon E, et al. Efecto antibacteriano in vitro del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Prunus serotina* EHRH (guinda), frente a *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. [Tesis de pregrado en Internet]. Universidad Interamericana, 2019. [Citado 15 de diciembre de 2022]. 54 p. Disponible de: <http://repositorio.unid.edu.pe>
33. Huertas, M. Evaluación in vitro del efecto antibacteriano y citotóxico del extracto metanólico de *Physalis peruviana* (capulí) sobre cepas de *Streptococcus mutans* (ATCC 25175), *Streptococcus sanguinis* (ATCC 10556) [Tesis]. Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC); 2015. [Citado 15 de diciembre de 2022]. 8(3), 34-36. Disponible de: <http://hdl.handle.net/10757/581919>
34. Infante R. y Terán V. Efecto antibacteriano del extracto seco de las hojas de *Prunus serotina* “capulí” procedentes del Centro Poblado de Pariamarca de la región. [Tesis de pregrado en Internet]. Perú: Universidad Privada Antonio Guillermo Urreló; 2019. [Citado 15 de diciembre de 2022]. 89 p. Disponible de: <http://repositorio.upagu.edu.pe/bitstream/handle/UPAGU/935/FYB-012-2019.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
35. Guerrero Dávila G, Guerrero Dávila MC. Metodología de la investigación. Serie integral por competencias. 1.^a ed. México: Grupo Editorial Patria; [Internet]. México, 2014 [Citado 17 de diciembre de 2022]. 78 p. Disponible de: https://www.academia.edu/74069070/Metodolog%C3%ADa_de_la_Investigaci%C3%B3n_Serie_integral_por_competencias_Guerrero_D%C3%A1vila
36. Hernández R, Fernández C, Baptista M. Metodología de la investigación. 5a ed. México: Mc Graw-Hill Interamericana Editores S.A; [Internet]. México, 2010 [Citado 17 de diciembre de 2022]. 67 p. Disponible de: <https://www.icmujeres.gob.mx/wp-content/uploads/2020/05/Sampieri.Met.Inv.pdf>
37. Berna CA, Metodología de la investigación. 3.^a ed. Colombia: Pearson Educación; [Internet]. Colombia, 2010 [Citado 18 de diciembre de 2022]. 47 p. Disponible de: <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>

38. Lock Sing de Ugaz O. Investigación fitoquímica : métodos en el estudio de productos naturales. 3.^a ed. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. Departamento de Ciencias; [Internet]. Perú, 2016. [Citado 18 de diciembre de 2022] 1-287 p. Disponible de: <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/181719>
39. Ñañez Champi J., Vivas Osorio E. actividad antibacteriana del extracto hidroalcohólico de corteza de *Ficus citrifolia* Mill. FRENTE A CEPAS DE *Escherichia coli* ATCC 8739 y *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027 Lima: Universidad Maria Auxiliadora; [Internet]. Perú, 2021. [Citado 18 de diciembre de 2022]. 8(2):42-49. Disponible de: <https://repositorio.uma.edu.pe/handle/20.500.12970/452>
40. Sacsquispe R, Velásquez J. Manual de procedimientos para la prueba de sensibilidad antimicrobiana por el método de disco de difusión. Serie de normas técnicas N° 30. 6ta. Ed. Vol. 2. Lima: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud; [Internet]. Perú, 2002. [Citado 18 de diciembre 2022]. 125 p. Disponible en <https://antimicrobianos.ins.gob.pe>
41. Camere, R. Rosella G, Ulloa, G, Medina D, Caballero S, Mayta F, Del Valle J (2016). Antibacterial activity of *Myrciaria dubia* (Camu camu) against *Streptococcus mutans* and *Streptococcus sanguinis*. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 6(9), 740-744. <https://doi.org/10.1016/j.apjtb.2016.07.008>
42. Pardo K, Pareja M, Guillen A, Ureta J (2019) Actividad antimicrobiana in vitro del camu camu (*Myrciaria dubia*) contra microorganismos orales: Una revisión sistemática *Rev Peru Med Exp Salud Publica* 2019;36(4):573-82. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v36n4/a04v36n4.pdf>, DOI: <https://doi.org/10.17843/rpmpesp.2019.364.4270>
43. Quiroz S, Rodriguez S (2022) Actividad antibacteriana in vitro del extracto etanólico de las hojas de morinda citrifolia L. (noni) frente a *Escherichia coli* ATCC 25922. Repositorio Universidad María Auxiliadora. Facultad de Ciencias de la salud Escuela profesional de Farmacia y Bioquímica <https://repositorio.uma.edu.pe/handle/20.500.12970/1377>
44. Arbildo A, Campos O, (2014) Evaluación de la actividad antioxidante del extracto etanólico de hojas y frutos de *Prunus serotina* “Capulí” provenientes

de la Región Cajamarca. Facultad de Ciencias de la Salud Carrera Profesional de Farmacia y Bioquímica. Repositorio institucional Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo.

<http://repositorio.upagu.edu.pe/bitstream/handle/UPAGU/321/FYB-007-2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

45. Romero M; Ticona S (2019) Tamizaje fitoquímico y actividad antioxidante del extracto alcohólico de las hojas de *Prunus serotina Ehrh* (capulí). Repositorio Universidad María Auxiliadora. Facultad de Ciencias de la salud Escuela profesional de Farmacia y Bioquímica <https://repositorio.uma.edu.pe/handle/20.500.12970/400>
46. Zarai, Z., Kadri, A., Chobba, I. B., Mansour, R.B., Bekir, A., Mejdoub, H., & Gharsallah, N. (2011). The in vitro evaluation of antibacterial, antifungal and cytotoxic properties of *Marrubium vulgare* L. essential oil grown in Tunisia. *Lipids in Health and Disease*, 10(1), 1-8. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3196909/>
47. Kchaou, W., Abbes, F., Manzour, R.B., Blecker, C., Attia, H., & Besbes, S. (2016). Phenolic profile, antibacterial and cytotoxic properties of second grade date extract from Tunisian cultivars (*Phoenix dactylifera* L.). *Food Chemistry*, 194(1), 1048-1055. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26471652/>
48. Arakawa, H., Maeda, M., Okubo, S., & Shimamura, T. (2004). Role of hydrogen peroxide in bactericidal action of catechin. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 27(3), 277-281. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14993788/>
49. Gradišar, H., Pristovšek, P., & Jerala, R. (2007). Green Tea Catechins Inhibit Bacterial DNA Gyrase by Interaction with Its ATP Binding Site. *Journal of Medicinal Chemistry*, 50(2), 264-271 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17228868/>
50. Chinnam, N., Dadi, P.K., Sabri, S., Ahmad, M., Kabir, M.A., Ahmad, Z. (2010). Dietary flavonoids inhibit *Escherichia coli* ATP synthase in a differential manner. *International Journal of Biological Macromolecules*, 46(5), 478-486 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20346967/>

51. Cushnie, T.T., & Lamb, A.J. (2011). Recent advances in understanding the antibacterial properties of flavonoids. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 38(2), 99-107. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21514796/>
52. Cuño, G (2018) Empleo de extractos de ciruela sometidos a diferentes procesos de secado como ingredientes para la mejora de la salud gastrointestinal. Repositorio institucional Universidad Autónoma de Madrid <https://digital.csic.es/handle/10261/196021>
53. Oyetano, m., & Bada, O. (2017). Phytochemical Screening and Antibacterial Activity of *Prunus avium* Extracts against Selected Human Pathogens. Nigeria: <http://scholareprints.uk/id/eprint/1837/1/Oyetayo412017JOCAMR37272.pdf>
54. Hanbali, L., Raya, A., & Bou Teen, D. (2013). Antimicrobial Activity of Red Sour Cherry (*Prunus cerasus* L.) Extracts: II. Measurement of Sensitivity and Attenuation of Gram-Positive and Gram-Negative Bacteria and *C. albicans* in Culture: <https://www.ingentaconnect.com/contentone/ben/cnf/2013/00000009/00000003/art00006;jsessionid=3h1rpm91amkng.x-ic-live->

ANEXOS

ANEXO A: Instrumentos de recolección de datos

INFORME DE ANÁLISIS AYRU N° 129-2023

Emitido en Huaraz, el 31 de marzo del 2023

Orden de Trabajo	: 109-2023
Número de servicio	: 116-2023-AYRU
Nombre del Solicitante	: Bach. Vanea Olenka Cerpa Plasencia
Dirección	: Lima
Servicio solicitado	: Tamizaje fitoquímico y solubilidad del extracto etanólico de capulí " <i>Prunus Serotina</i> "
Producto para evaluar	: Frutos del <i>Prunus Serotina</i> (Capulí)
Cantidad de muestra	: Dos kilogramos
Identificación	: -----
Presentación	: Bolsa de polietileno
Lugar y fecha de recepción	: Laboratorio de Análisis, 02 de marzo de 2023
Características de entrega	: Muestra proporcionada por el solicitante en bolsa de polietileno
Condiciones de recepción	: En aparente buen estado a temperatura ambiente
Muestra de dirimencia	: No proporcionada por el solicitante
Fecha de inicio de ensayo	: 06 de marzo del 2023
Fecha de término de ensayo	: 30 de marzo del 2023

ENSAYOS

DETERMINACIONES	EXTRACTO	RESULTADOS
Tamizaje fitoquímico del extracto etanólico (EH)	EH. De los frutos	* Glucósidos (+), Compuestos fenólicos (++) , flavonoides (+++), alcaloides (++) , cumarinas (++) , quinonas (++) , sesquiterpenlactonas (+)
Prueba de solubilidad del extracto	E.H. de los frutos	** Agua (+), etanol 70% (+), etanol 96% (+++), metanol (++) , alcohol etílico absoluto (+++), diclorometano (+)

*Los resultados son cualitativos y determinan una probabilidad de la presencia de metabolitos en la muestra.

* (+++) = Abundante; (++) = Moderado; (+) = Escaso; (-) = Ausencia

** (+++) = Muy soluble; (++) = Moderadamente soluble; (+) = Poco soluble; (-) = Insoluble



Marieny Flor Capcha Siccha
 QUÍMICO FARMACÉUTICO
 C.Q.F.P. 28776

TABLA 1: Prueba de solubilidad del extracto etanólico de *Prunus serotina* subsp. *capulí* (Cav.) McVaugh

SOLVENTES	RESULTADOS
Agua destilada	(+)
etanol 70%	(+)
etanol 96%	(+++)
metanol	(++)
alcohol etílico absoluto	(+++)
diclorometano	(+)
n-Butanol	(-)
Acetato de etilo	(-)
Éter dietílico	(-)

Fuente: Elaboración propia

Leyenda:

Insoluble (-)

Poco soluble (+)

Mediana o moderadamente soluble (++)

Completamente soluble (+++)

TABLA 2: Marcha fitoquímica del extracto etanólico de *Prunus serotina* subsp. *capulí* (Cav.) McVaugh

Metabolitos secundarios	Reactivo de Identificación	Resultado	Comentario
Alcaloides	Mayer		
	Wagner		
	Dragendorff		
Compuestos fenólicos (Taninos y flavonoides)	Shinoda		
	Tricloruro Férrico		
	Gelatina		
Aminoácidos	Ninhidrina		
Azúcares	Fehling A y B		
	Molish		

Leyenda:

- (-) La coloración o precipitado no se evidencia
- (+) La coloración o precipitado se evidencia poco
- (++) La coloración o precipitado se evidencia moderadamente
- (+++) La coloración o precipitado se evidencia notablemente

TABLA 3: Resultados promedio de las mediciones de los halos de inhibición (mm) del extracto etanólico de *Prunus serotina* subsp. *capulí* (Cav.) McVaugh

Cepa bacteriana	N°	Conc. 25 %	Conc. 50%	Conc. 75%	Conc. 100%	Clindamicina
E. coli ATCC 25922	1					
	2					
	3					
	4					
	5					

LEYENDA: Escala interpretativa Duraffourd y Lapraz (1983)

(-) Nula: Diámetro (< 8 mm)

(+) Sensible bajo: Diámetro (8 - 14 mm)

(++) Medio (muy sensible): Diámetro (14 - 20 mm)

(+++ Sumamente sensible: Diámetro (> 20 mm)

Controles positivos:

Control 1 (C1): Clindamicina

ANEXO B: Matriz de consistencia

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General
¿Los extractos etanólicos del “ <i>Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh</i> ” al 25%, 50%, 75% y 100% mostrarán actividad antibacteriana ante las cepas de <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922?	Evaluar la actividad antibacteriana in vitro del extracto etanólico de “ <i>Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh</i> ” al 25%, 50%, 75% y 100% frente a cepas de <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	Los extractos etanólico de “ <i>Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh</i> ” al 25%, 50%, 75% y 100% presentan actividad antibacteriana frente a cepas de <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas
¿Cuáles son los metabolitos secundarios del extracto etanólico <i>Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh</i> que muestran actividad antibacteriana ?	Identificar los metabolitos secundarios del extracto etanólico “ <i>Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh</i> ” con mayor actividad antibacteriana	El extracto etanólico de “ <i>Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh</i> ” contiene metabolitos secundarios con actividad antibacteriana.
¿Cuál será la concentración del extracto etanólico “ <i>Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh</i> ” que muestra actividad antibacteriana ante las cepas de <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922?	Determinar la concentración del extracto etanólico de capulí “ <i>Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh</i> ” con mayor actividad antibacteriana frente a cepas de <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	A mayor concentración del extracto etanólico de “ <i>Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh</i> ” es superior la actividad antibacteriana ante cepas de <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922
¿Cuál es la susceptibilidad del extracto etanólico “ <i>Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh</i> ” al 25%, 50%, 75% y 100% comparados con la clindamicina ante las cepas de <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922?	Evaluar la actividad antibacteriana de las concentraciones del extracto etanólico “ <i>Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh</i> ” al 25%, 50%, 75% y 100% ante cepas de <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922 comparados con clindamicina.	Los extractos etanólicos de “ <i>Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh</i> ” al 25%, 50%, 75% y 100% presentan mayor actividad antibacteriana ante cepas de <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922 en comparación con clindamicina.

ANEXO C: Operacionalización de las variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	Nº DE ÍTEMS	VALOR
Extracto etanólico de capulí " <i>Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh</i> "	Preparado obtenido por la maceración de 1600 gr de la muestra con etanol de 96° y concentración de 10% durante 7 días a temperatura ambiente y que posee los metabolitos secundarios.	Extracción mediante técnica de maceración en alcohol	Concentración de los extractos D1: 25% D2:60% D3: 75% D4: 100%	Marcha Fitoquímica	ordinal	13	(+++) Abundante (++) Moderado (+) Escaso (-) Ausencia
Actividad antibacteriana ante cepas de <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	Capacidad para inhibir el crecimiento y expansión de las cepas de bacterias.	Tamaño del halo inhibitorio	Sensibilidad Bacteriana de los halos de inhibición	Diámetro en mm	intervalo	4	≤ 8mm (-) 8mm-14mm (+) > 14 mm-20 mm (++) > 20mm : (+++)

ANEXO D: Documentos obtenidos para desarrollo de la investigación



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

MUSEO DE HISTORIA NATURAL



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

CONSTANCIA N° 025-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 (frutos) recibida de **Erasmus Calixto Aspilueta**, estudiante de pregrado de la Facultad de la Farmacia de Bioquímica de la Universidad María Auxiliadora ha sido estudiada y clasificada como: *Prunus serotina subsp. capuli* (Cav.) McVaugh y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación APG IV (2016).

ORDEN : Rosales

FAMILIA : ROSACEAE

GÉNERO : *Prunus*

ESPECIE : *Prunus serotina subsp. capuli* (Cav.) McVaugh

Nombre vulgar: “Guinda”

Procedencia: Jauja

Determinado por: MSc. Hamilton Beltrán Santiago.

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

Lima, 22 de febrero de 2023


Dra. Joaquina Alban Castillo E.
JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM)

ANEXO E: Evidencias fotográficas del trabajo de campo

PRUEBA DE SOLUBILIDAD

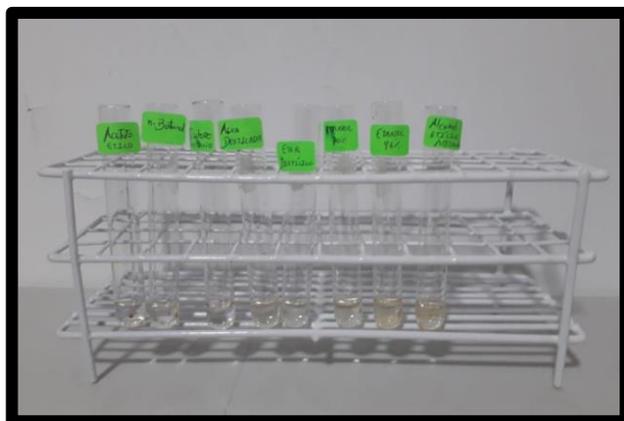


Figura 1. Tubos de ensayo para la prueba de Solubilidad



Figura 2. Resultados de la prueba de Solubilidad

TAMIZAJE FITOQUÍMICO



Figura 3. Preparación de tubos de ensayo para el Tamizaje Fitoquímico

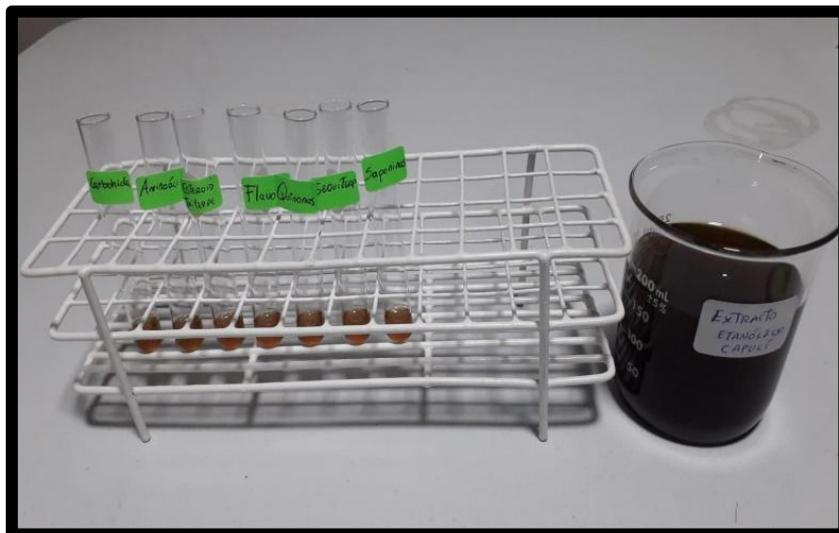


Figura 4. Tubos de ensayos listos para iniciar el ensayo de Tamizaje Fitoquímico



Figura 5. Adición de Reactivos para el Tamizaje Fitoquímico.

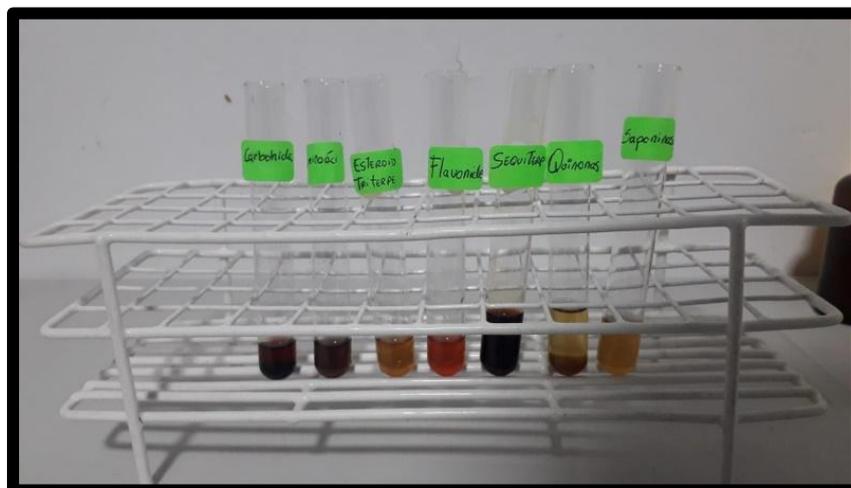


Figura 6. Resultados del Tamizaje Fitoquímico

ELABORACIÓN DEL EXTRACTO



Figura 7. Muestra vegetal "*Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh*"

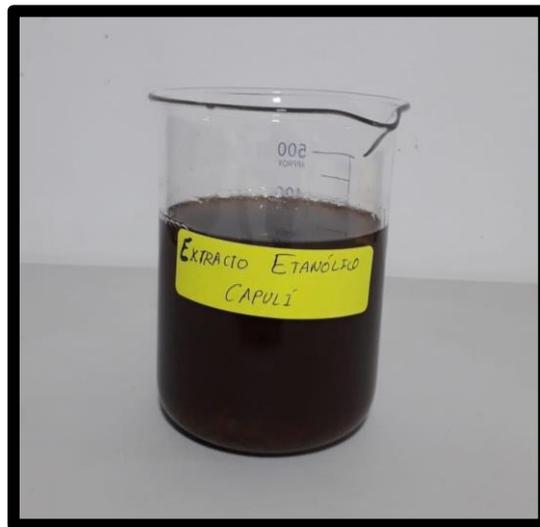


Figura 8. Extracto etanólico "*Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh*"



Figura 9. Preparación de las diferentes concentraciones del extracto etanólico

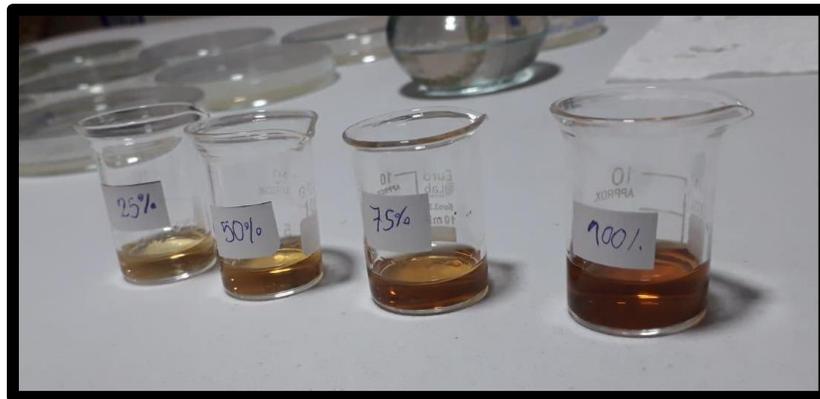


Figura 10. Concentraciones del extracto etanólico para realizar los ensayos

ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA

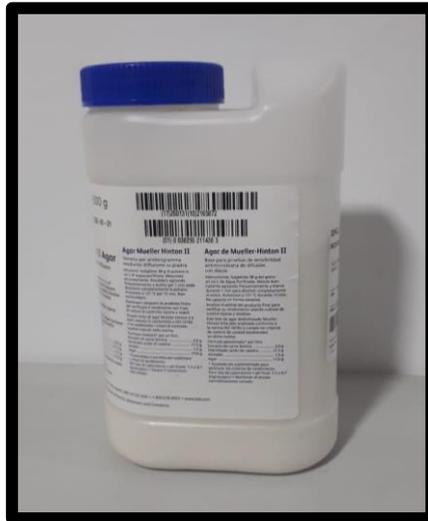


Figura 11. Agar Muller Hilton

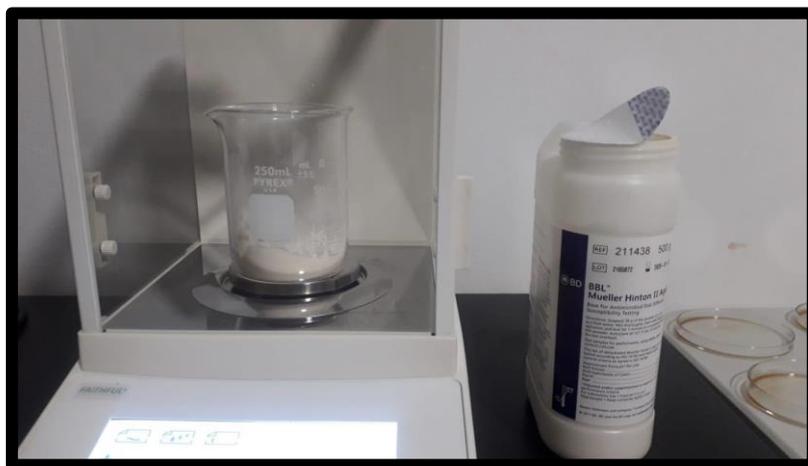


Figura 12. Preparación del Agar Muller Hilton



Figura 13. Resultado final de la preparación del Agar Muller Hilton

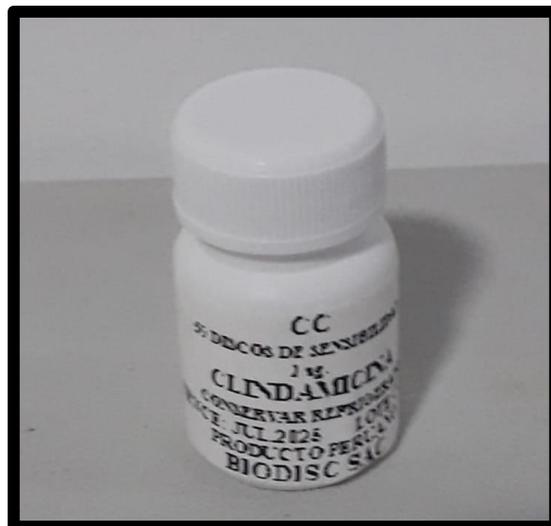


Figura 14. Discos de Sensibilidad de los Controles Positivos.



Figura 15. Cepa de *Escherichia Coli* ATCC 25922

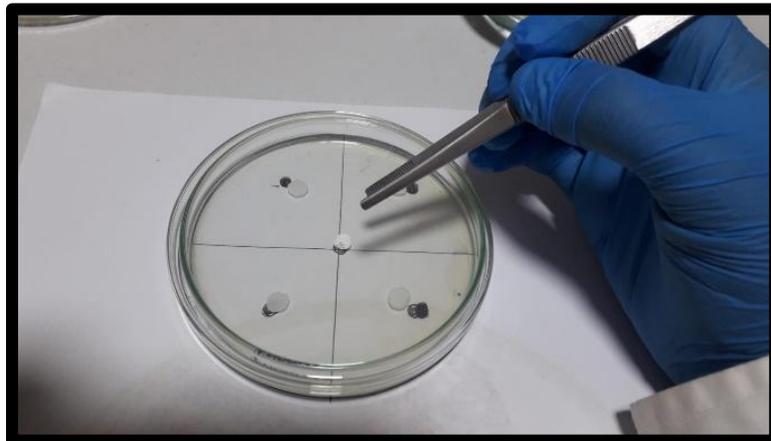


Figura 16. Sembrado de las Placas Petri

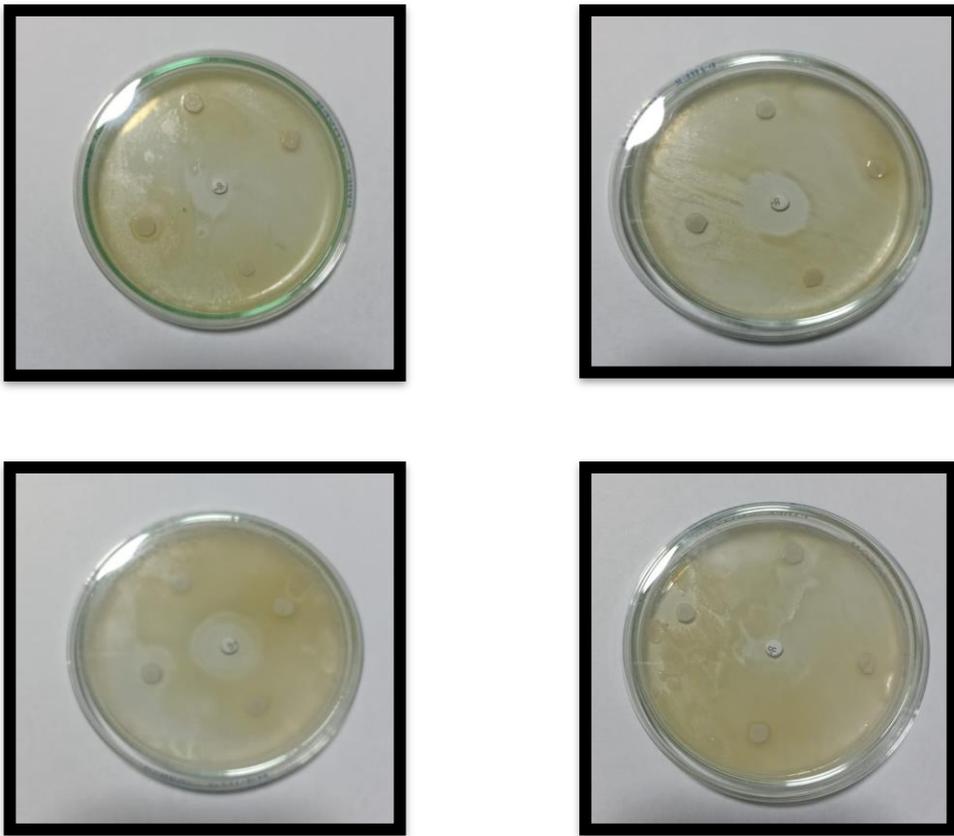


Figura 17. Halos de inhibición obtenidos del extracto etanólico de “*Prunus serotina subsp. capulí (Cav.) McVaugh*” al 25%, 50%, 75% y 100% frente a cepas de *Escherichia coli* ATCC 25922