

**AUTORIZACIÓN Y DECLARACIÓN JURADA  
DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD**

Yo, Manuel Felipe Córdor Vásquez, con DNI **46782945** en mi condición de autor de la tesis presentada para optar el TÍTULO PROFESIONAL de Químico farmacéutico de título “**EFFECTO ANTIBACTERIANO DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DEL FRUTO DE *Vaccinium corymbosum* L. (ARÁNDANO) COMPARADO CON CIPROFOXACINO FRENTE A *Escherichia coli* ATCC 25922, IN VITRO**”, **AUTORIZO** a la Universidad María Auxiliadora (UMA) para reproducir y publicar de manera permanente e indefinida en su repositorio institucional, bajo la modalidad de acceso abierto, el archivo digital que estoy entregando, en cumplimiento a la Ley N°30035 que regula el Repositorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de acceso abierto y su respectivo Reglamento.

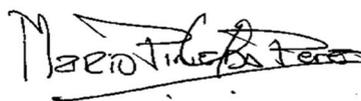
Asimismo, **DECLARO BAJO JURAMENTO** que dicho documento es **ORIGINAL** con un porcentaje de similitud de VEINTIUNO PORCIENTO (21%) y que se han respetado los derechos de autor en la elaboración del mismo. Además, recalcar que se está entregado la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado evaluador.

En señal de conformidad con lo autorizado y declarado, firmo el presente documento a los 27 días del mes de diciembre del año 2022.



---

Manuel Felipe Córdor Vásquez  
DNI: 46782945



---

Mg. Neuman Mario Pineda Pérez  
DNI: 09410930

**AUTORIZACIÓN Y DECLARACIÓN JURADA  
DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD**

Yo, Esther Yanina Díaz Farroñay, con DNI **44671159** en mi condición de autor de la tesis presentada para optar el TÍTULO PROFESIONAL de Químico farmacéutico de título “**EFFECTO ANTIBACTERIANO DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DEL FRUTO DE *Vaccinium corymbosum* L. (ARÁNDANO) COMPARADO CON CIPROFOXACINO FRENTE A *Escherichia coli* ATCC 25922, IN VITRO**”, **AUTORIZO** a la Universidad María Auxiliadora (UMA) para reproducir y publicar de manera permanente e indefinida en su repositorio institucional, bajo la modalidad de acceso abierto, el archivo digital que estoy entregando, en cumplimiento a la Ley N°30035 que regula el Repositorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de acceso abierto y su respectivo Reglamento.

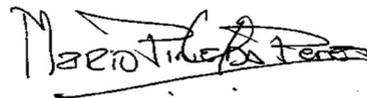
Asimismo, **DECLARO BAJO JURAMENTO** que dicho documento es **ORIGINAL** con un porcentaje de similitud de VEINTIUNO PORCIENTO (21%) y que se han respetado los derechos de autor en la elaboración del mismo. Además, recalcar que se está entregado la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado evaluador.

En señal de conformidad con lo autorizado y declarado, firmo el presente documento a los 27 días del mes de diciembre del año 2022.



---

Esther Yanina Díaz Farroñay  
DNI: 44671159



---

Mg. Neuman Mario Pineda Pérez  
DNI: 09410930

# TESIS EFECTO ANTIBACTERIANO

## INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>21</b> %	<b>22</b> %	<b>2</b> %	<b>5</b> %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.uma.edu.pe</b>	<b>9</b> %
	Fuente de Internet	
<b>2</b>	<b>repositorio.uoosevelt.edu.pe</b>	<b>8</b> %
	Fuente de Internet	
<b>3</b>	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b>	<b>2</b> %
	Trabajo del estudiante	
<b>4</b>	<b>Submitted to Universidad Nacional de Trujillo</b>	<b>1</b> %
	Trabajo del estudiante	
<b>5</b>	<b>repositorio.uladech.edu.pe</b>	<b>1</b> %
	Fuente de Internet	

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo



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

**EFFECTO ANTIBACTERIANO DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO  
DEL FRUTO DE *VACCINIUM CORYMBOSUM L.* (ARÁNDANO)  
COMPARADO CON CIPROFLOXACINO FRENTE A *ESCHERICHIA  
COLI* ATCC 25922, *IN VITRO***

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE QUÍMICO  
FARMACÉUTICO**

**AUTORES**

**Bach. CÓNDOR VASQUEZ, MANUEL FELIPE**

<https://orcid.org/0000-0003-1386-2016>

**Bach. DÍAZ FARROÑAY, ESTHER YANINA**

<https://orcid.org/0000-0003-0037-9332>

**ASESOR**

**Mg. PINEDA PÉREZ, NEUMAN MARIO**

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

**LIMA – PERÚ**

**2023**

## **DEDICATORIA**

Esta tesis la dedico a Dios por ser mi luz en mi camino, por darme fortaleza y acompañarme a lo largo de mi carrera para alcanzar mis objetivos.

Al amor de vida que es mi padre Víctor Díaz C. por confiar en mí.

A mi madre Bertha Reyes y Wilmer Díaz, por su apoyo incondicional, paciencia y darme fuerza para poder seguir adelante.

***Esther Yanina Díaz Farroñay***

A Dios, por protegerme siempre.

A mi madre Josefina, a mi padre Jesús y a mi abuela Ángela por apoyarme incondicionalmente

A mis hijos Ángela Josefina y Jesús por ser la inspiración de mi vida.

***Manuel Felipe Cóndor Vásquez***

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a nuestro padre Dios, por darnos las fuerzas necesarias, por ayudarnos a cada momento, por guiarnos por buen camino y ser perseverantes.

A la universidad María Auxiliadora, a nuestro asesor Mg. Neuman Mario Pineda Pérez y a todas las personas que de una u otra manera estuvieron apoyándonos en los momentos que más los necesitamos.

***Los investigadores***

# ÍNDICE GENERAL

	Páginas
<a href="#">DEDICATORIA</a> .....	v
<a href="#">AGRADECIMIENTO</a> .....	vi
<a href="#">RESUMEN</a> .....	x
<a href="#">ABSTRACT</a> .....	xi
<a href="#">I. INTRODUCCIÓN</a> .....	12
<a href="#">II. MATERIALES Y MÉTODOS</a> .....	18
<a href="#">II.1. Enfoque y diseño de la investigación</a> .....	18
<a href="#">II.2. Población, muestra y muestreo</a> .....	18
<a href="#">II.3. Variables de investigación</a> .....	19
<a href="#">II.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos</a> .....	19
<a href="#">II.5. Plan metodológico para la recolección de datos</a> .....	20
<a href="#">II.6. Procesamiento del análisis estadístico</a> .....	24
<a href="#">II.7. Aspectos éticos</a> .....	24
<a href="#">III. RESULTADOS</a> .....	25
<a href="#">IV. DISCUSIÓN</a> .....	31
<a href="#">IV.1. Discusión de Resultados</a> .....	31
<a href="#">IV.2. Conclusiones</a> .....	33
<a href="#">IV.3. Recomendaciones</a> .....	34
<a href="#">Referencias Bibliográficas</a> .....	35
<a href="#">ANEXOS</a> .....	39
<a href="#">Anexo A. Instrumento de recolección de datos</a> .....	40
<a href="#">Anexo B. Matriz de consistencia</a> .....	41
<a href="#">Anexo C. Operacionalización de las variables</a> .....	42
<a href="#">Anexo D. Certificado Botánico</a> .....	43
<a href="#">Anexo E. Carta de aceptación del Lab. Microclin</a> .....	44
<a href="#">Anexo F. Certificado de la cepa ATCC</a> .....	45
<a href="#">Anexo G. Evidencias fotográficas</a> .....	47

## ÍNDICE DE TABLAS

	Páginas
<a href="#"><u>Tabla 1. Evaluación de la solubilidad del extracto hidroalcohólico de <i>Vaccinium corymbosum</i> L (arándano) frente a diferentes solventes</u></a>	25
<a href="#"><u>Tabla 2. Metabolitos secundarios presente en el extracto hidroalcohólico de <i>Vaccinium corymbosum</i> L (arándano)</u></a>	26
<a href="#"><u>Tabla 3. Efecto antibacteriano del extracto hidroalcohólico de <i>Vaccinium corymbosum</i> L (arándano) a las concentraciones del 60%, 80% y 100% frente a <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922, in vitro</u></a>	27
<a href="#"><u>Tabla 4. Análisis de la Varianza (ANOVA) de los datos recolectados</u></a>	29
<a href="#"><u>Tabla 5. Análisis por sub grupos homogéneos mediante la prueba de Tukey</u></a>	29
<a href="#"><u>Tabla 6. Sensibilidad de <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922 frente al efecto antibacteriano del extracto hidroalcohólico de <i>Vaccinium corymbosum</i> L (arándano) comparado con ciprofloxacino, in vitro</u></a>	30

## ÍNDICES DE FIGURAS

	Páginas
<a href="#"><u>Figura 1. Efecto antibacteriano del extracto hidroalcohólico de <i>Vaccinium corymbosum</i> L (arándano) a las concentraciones del 60%, 80% y 100% frente a <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922, in vitro</u></a>	28
<a href="#"><u>Figura 2. Recolección de la muestra</u></a>	47
<a href="#"><u>Figura 3. Preparación de la muestra</u></a>	48
<a href="#"><u>Figura 4. Proceso de maceración del arándano</u></a>	49
<a href="#"><u>Figura 5. Obtención de los extractos de arándano</u></a>	50
<a href="#"><u>Figura 6. Activación de <i>Escherichia coli</i></u></a>	51
<a href="#"><u>Figura 7. Preparación de <i>Escherichia coli</i> a 0.5 Mc Farland</u></a>	52
<a href="#"><u>Figura 8. Sembrado de <i>Escherichia coli</i></u></a>	52
<a href="#"><u>Figura 9. Aplicación de los extractos en el medio de cultivo</u></a>	53
<a href="#"><u>Figura 10. Incubación de placas</u></a>	53

## RESUMEN

**Objetivo:** El estudio tuvo como objetivo general demostrar el efecto antibacteriano del extracto hidroalcohólico de *Vaccinium corymbosum* L (arándano) comparado con ciprofloxacino frente a *Escherichia coli* ATCC 25922, in vitro.

**Metodología:** El estudio se basó en un enfoque cuantitativo, transversal y experimental con grupos control, la población del estudio estuvo conformada por 7 kilogramos de *Vaccinium corymbosum* L. (arándano), del cual se tomaron como muestra de estudio 4 kilogramos del fruto, los que fueron macerados con etanol de 70° para obtener el extracto hidroalcohólico del fruto, posteriormente se evaluó el efecto antibacteriano frente a *Escherichia coli* ATCC 25922 mediante el método de difusión en pozo y aplicaron pruebas inferenciales de ANOVA y Tukey con un nivel de significancia de 0.05.

**Resultados:** El extracto hidroalcohólico de *Vaccinium corymbosum* L. fue medianamente soluble en agua destilada y etanol; se identificaron como metabolitos secundarios compuestos fenólicos, flavonoides y alcaloides; los halos de inhibición formados fueron para el extracto al 100% de  $17,01 \pm 0,37$ mm, para el extracto al 80% de  $13,58 \pm 0,40$ mm; para el extracto al 60% de  $10,64 \pm 0,32$ mm; por su parte, el etanol 70° (control negativo) presentó un halo de inhibición de  $6,15 \pm 0,26$ mm y ciprofloxacino (control positivo) de  $24,19 \pm 0,53$ mm.

**Conclusiones:** Extracto hidroalcohólico de *Vaccinium corymbosum* L (arándano) presentó efecto antibacteriano frente a *Escherichia coli* ATCC 25922, pero esta bacteria presentó mayor sensibilidad al ciprofloxacino comparado con los extractos.

**Palabras clave:** *Vaccinium corymbosum*, *Escherichia coli*, arándano, Extracto hidroalcohólico

## ABSTRACT

**Objective:** The general objective of the study was to demonstrate the antibacterial effect of the hydroalcoholic extract of *Vaccinium corymbosum* L (blueberry) compared to ciprofloxacin against *Escherichia coli* ATCC 25922, in vitro.

**Methodology:** The study was based on a quantitative, cross-sectional and experimental approach with control groups, the study population was made up of *Vaccinium corymbosum* L. (blueberry), from which 4 kilograms of the fruit were taken as a study sample, which were macerated with 70° ethanol to obtain the hydroalcoholic extract of the fruit, subsequently the antibacterial effect against *Escherichia coli* ATCC 25922 was evaluated by the well diffusion method and inferential ANOVA and Tukey tests were applied with a significance level of 0.05.

**Results:** The hydroalcoholic extract of *Vaccinium corymbosum* L. was moderately soluble in distilled water and ethanol; phenolic compounds, flavonoids and alkaloids were identified as secondary metabolites; the inhibition halos formed were 17.01 + 0.37mm for the 100% extract, 13.58 + 0.40mm for the 80% extract; for the extract at 60% of 10.64 + 0.32mm; for its part, 70° ethanol (negative control) presented an inhibition halo of 6.15 + 0.26mm and ciprofloxacin (positive control) of 24.19 + 0.53mm.

**Conclusions:** Hydroalcoholic extract of *Vaccinium corymbosum* L (blueberry) presented an antibacterial effect against *Escherichia coli* ATCC 25922, but this bacterium presented greater sensitivity to ciprofloxacin compared to the extracts.

**Keywords:** *Vaccinium corymbosum*, *Escherichia coli*, blueberry, hydroalcoholic extract

## I. INTRODUCCIÓN

Dentro de las bacterias que mayor problema de infecciones ha producido a lo largo de la historia al hombre, se encuentra *Escherichia coli*, a pesar que la mayoría de estas especies o variedades pueden resultar ser inofensivas, otras pueden causar grandes complicaciones en la salud de las personas. La sintomatología que produce este tipo de infección va desde aumento de la temperatura, cólicos abdominales, emesis, inclusive diarrea sanguinolenta siendo la forma de contagio principal a través de los alimentos, lo que la hace altamente infectiva<sup>1,2</sup>

*Escherichia coli* productora de toxina Shiga (STEC) es un grupo pleiotrópico de aislados que incluyen varios serogrupos y serotipos, y que tienen en común la presencia en sus genomas de un bacteriófago que codifica los genes de la toxina Shiga, aun a la fecha es una de las bacterias que causa infecciones comunes en las personas y los animales, siendo la causa principal de enfermedades como enteritis, infecciones urinarias, septicemias entre otras. *Escherichia coli* también se asocia predominantemente con los casos de diarrea. El tratamiento terapéutico para las infecciones causadas por *Escherichia coli* no está siendo efectivo por la aparición de cepas resistentes. La prevalencia de cepas de *E. coli* multirresistentes está aumentando en todo el mundo, principalmente debido a la propagación de elementos genéticos móviles, como los plásmidos<sup>3,4</sup>.

En Europa en el 2015, una nueva cepa de *Escherichia coli*, estuvo afectando a cientos de personas, debido a que la cepa era tan tóxica, y tenía el potencial de convertirse en el brote más mortal de la historia, observándose más de 1,500 personas enfermas, 470 con complicación renal por la descomposición de las células sanguíneas que podían resultar mortales, y 18 personas fallecidas<sup>5</sup>.

En América Latina, las infecciones por STEC siguen siendo endémicas y contribuyen a la carga del síndrome diarreico agudo en esta región. Se ha estimado que las infecciones por STEC representan aproximadamente el 2% del total de casos de diarrea aguda y el 20%-30% de la diarrea con sangre. Al igual que en muchas partes del mundo, *E. coli* enterohemorrágica EHEC

O157:H7 sigue siendo el principal serotipo asociado a infecciones humanas, con un número significativo de casos de síndrome hemolítico-urémico (SUH) localizados principalmente en Argentina, Chile, Uruguay<sup>6</sup>.

En Argentina, el SUH postdiarreico es endémico, del 2000 a 2010 en este país se notificaron aproximadamente 500 casos de SUH anualmente. Se ha estimado que la incidencia está en un rango de 7.8% a 17% por cada 100 mil niños menores de cinco años de edad y la letalidad osciló entre 2% y 5% (la incidencia es 10 veces mayor que cualquier otro país industrializado)<sup>7</sup>.

En nuestro país, además, esta problemática esta relaciona con la tasa de resistencia que produce *Escherichia coli*, un estudio de cohorte realizado en Moyobamba y Urubamba registro un crecimiento de resistencia para al ácido nalidíxico y sulfametoxazol más trimetoprima de 11,6% y 6,4% respectivamente<sup>8</sup>.

Con respecto al marco teórico de nuestro estudio tenemos:

El Arándano o conocido científicamente como *Vaccinium corymbosum* L. pertenece a la familia *Ericaceae* y género *Vaccinium*. Sus bayas son muy agradables y presentan una valiosa composición química junto con cualidades dietéticas y gustativas, así como medicinales. En medicina, se emplean tanto las hojas y frutos, especialmente los de arándano rojo (*Vaccinium vitis-idaea* L.). Las decocciones hecho de las hojas se utilizan para tratar problemas del riñón, como cálculos e inflamación de la pelvis renal, y son útiles para el catarro intestinal y estomacal. Los frutos del arándano se caracterizan por un mayor contenido de clorofila, flavonoides y antocianinas, mientras que las hojas contienen más azúcares reductores y ácidos fenólicos totales, taninos y aceites esenciales, además ambos presentan capacidad antioxidante<sup>9,10</sup>.

Asimismo, *Escherichia coli* (*E. coli*) se define como un patógeno conocido, que habita a nivel intestinal en los humanos formando parte de la microbiota bacteriana normal. No obstante, se ha descubierto que algunos serotipos de *E. coli* tienen características patogénicas de producir toxinas que ocasionan infecciones muy graves. El reservorio principal de esta bacteria patogénica se encuentra en los animales que se alimentan del pasto contaminado con estas

cepas o animales en la cual su carne está contaminada con restos fecales, debido a una mala higiene durante el sacrificio de ello, además, estas heces podrían contaminar otros alimentos como verduras, leche e incluso el agua<sup>11,12</sup>.

*E. coli* es intrínsecamente resistente a los niveles terapéuticos de penicilina G, el primer  $\beta$ -lactámico introducido en la práctica clínica, debido a su barrera de membrana externa. *E. coli* también es resistente a varias clases diferentes de antibióticos con distintos mecanismos de acción. *E. coli* también exhibe resistencia a fluoroquinolonas que se observa con frecuencia junto con los genes ESBL. La resistencia a las fluoroquinolonas en las bacterias puede ser conferida por genes cromosómicos y codificados por plásmidos. Los genes resistentes a fluoroquinolonas *qnr* y *aac(6')Ib-cr* se han asociado frecuentemente con genes de resistencia a  $\beta$ -lactámicos<sup>11,13</sup>.

El consumo de arándano ha mostrado efectos profilácticos contra las infecciones del tracto urinario (ITU), aunque los mecanismos involucrados no se comprenden completamente, se sabe que los compuestos fenólicos del arándano y sus potenciales metabolitos inhiben la adherencia de *Escherichia coli* uropatógena (UPEC) ATCC®53503™ a las células epiteliales de la vejiga, el catecol, ácido benzoico, ácido vanílico, ácido fenilacético y ácido 3,4-dihidroxifenilacético mostraron actividad antiadhesiva contra UPEC de manera dependiente de la concentración, así como la procianidina A2, ampliamente reportada como un inhibidor de la adherencia a UPEC en el uroepitelio<sup>1</sup>.

La ciprofloxacina es un agente antibiótico de la clase de las fluoroquinolonas que se usa para la terapia farmacológica en infecciones de origen bacteriano como las que ocurren en el tracto urinario y pulmones. El ciprofloxacino se emplea para el tratamiento de infecciones del tracto urinario, infecciones de transmisión sexual (gonorrea y chancroide), piel, huesos, infecciones articulares, prostatitis, fiebre tifoidea, infecciones gastrointestinales, infecciones del tracto respiratorio inferior, ántrax, peste y salmonelosis<sup>14</sup>. Así mismo, el ciprofloxacino, se considera un referente a la hora de comparar nuevas fluoroquinolonas ya que comparten el mismo mecanismo de acción, encargado de inhibir la ADN girasa, mientras que el ciprofloxacino demostró una actividad bastante buena contra las bacterias grampositivas, es contra los organismos gramnegativos que demostró

ser más potente que otras fluoroquinolonas<sup>15,16</sup>.

Una de las pruebas más empleadas para determinar el efecto antibacteriano o actividad antibacteriana es la prueba de susceptibilidad bacteriana de difusión en disco o pozo es el método de Kirby-Bauer, el cual por medio de cultivos sembrado en agar Mueller – Hinton expuestos a la acción del agente microbiano en discos o pozos de 6mm de permite observar la inhibición en el crecimiento del microorganismo<sup>2</sup>.

El método de Kirby y Bauer se ha convertido en una técnica estandarizada al momento de determinar la susceptibilidad microbiana de una sustancia, la cual al momento de colocar sobre la placa produce un halo de inhibición el cual presenta mayor efecto mientras más cerca este del disco o pozo y menor concentración mientras más lejos este de este, además la sustancia difundirá según el tamaño del peso molecular de la sustancia<sup>3</sup>.

En relación a los antecedentes internacionales del estudio podemos mencionar a los siguientes autores:

**López J. et al (2022)**, evaluaron la actividad microbiana de la combinación de dos aceites esenciales a partir de *V. corymbosum* y *M. oleífera* sobre *Escherichia coli*, mediante la técnica de Kirby-Bauer. Los aceites fueron elaborados en diferentes concentraciones y en cada placa se aplicó uno de cada uno; las concentraciones del 50% de ambos aceites formó un halo promedio inhibitorio de 26.15mm para *E. coli* y su crecimiento microbiano fue de 28.5 en unidades formadoras de colonias<sup>17</sup>.

**Rehman J. et al (2021)**, evaluaron la actividad antibacteriana in vivo e in vitro del extracto acuoso y etanólico de *Vaccinium macrocarpon* en ratas con infección urinaria” producida por *Escherichia coli*. El extracto de etanol de la especie *Vaccinium macrocarpon* (VM) produjo halo de inhibición por medio de la técnica microbiológica de disco en pozo, para la concentración de 100mg/ml (100%), de 22.5±0.52 mm, y para el control de ciprofloxacino fue de 32±0.00 mm<sup>18</sup>.

**Muñoz M. (2020)**, comparó las propiedades antimicrobianas del extracto etanólico de arándano frente a la clorhexidina al 0,12% sobre *Porphyromonas Gingivalis*, Se prepararon diferentes concentraciones y se empleó el método de

difusión en disco de Kirby Bauer. En las concentraciones del 10% se visualizó un diámetro de inhibición del 6.0mm, en la concentración del 25% 6.0mm, la de 50% 7.5mm, la de 75% halo de inhibición de 10.15mm y la concentración de 100% 11.25mm. El liofilizado del extracto al 100% obtuvo halo de inhibición promedio de 18.25mm<sup>11</sup>.

Entre los antecedentes nacionales citamos a

**Escobar L. (2020)**, realizó el estudio *in vitro*, sobre la “evaluación individual de la eficacia antibacteriana de los extractos hidroalcohólicos extraídos del fruto de la *Vaccinium corymbosum* (arándano) y *Vaccinium floribundum* (mullaca) sobre *Staphylococcus aureus*”. Según los resultados, se halló halos de inhibición de 11.9mm en la concentración del 75% del extracto de arándano y de 10.3 mm para el extracto de mullaca al 75% respectivamente. Concluyendo que los extractos hidroalcohólicos del fruto del arándano y mullaca presentan eficacia antibacteriana sobre la cepa utilizada, siendo mayor dicho efecto, en la concentración del arándano al 75%<sup>19</sup>.

**Espinoza L. (2020)**, realizó el estudio sobre la “Sinergia antibacteriana entre el extracto acuoso del fruto de *Vaccinium corymbosum* L. (arándano) en concentración del 100% y 30µg de vancomicina, sobre *Staphylococcus aureus* resistente a metilicina”. Según los resultados, se halló halos de inhibición de 15.7mm para el extracto al 100% de *Vaccinium corymbosum*, para Vancomicina el halo de 23.9mm y para la mezcla de ambos se observó un halo de 24.2mm. Por lo tanto, se llegó a la conclusión que la asociación de *Vaccinium corymbosum* L. y vancomicina, tienen efecto sinérgico, sobre *S. aureus* resistente a la metilicina<sup>20</sup>.

**Sachún J. (2019)**, comparó la “actividad antibacteriana del extracto acuoso de *Vaccinium corymbosum* con mupirocina sobre cepas de *Staphylococcus aureus*”. Según los hallazgos, se observó efecto sobre *Staphylococcus aureus* con un diámetro inhibitorio de 15.3mm para la concentración al 25%, del extracto acuoso de *Vaccinium corymbosum*, a diferencia de la dilución del 100% que evidenció un halo de inhibición de 29.2mm<sup>21</sup>.

La resistencia bacteriana se vuelve cada vez más prevalente, incrementando

las tasas de morbilidad y mortalidad, además existen pocos fármacos en investigación y desarrollo que puedan reemplazarlos. Los resultados de este estudio servirán como antecedente a futuras investigaciones relacionadas a nuestro tema.

El estudio se justifica ya que proporcionará nuevos conocimientos sobre el efecto antibacteriano del *Vaccinium corymbosum* L (arándano) que pueden conllevar a nuevas investigaciones, además de plantear una nueva forma de tratar a las infecciones producidas por *Escherichia coli* y contrarrestar los efectos nocivos que produce esta bacteria en las personas y de este modo reducir los gastos por tratamiento y atención médicas.

Este estudio es importante porque permitirá darle un valor agregado a este fruto, haciendo que sea más apreciado por sus propiedades alimenticias y antibacteriana, permitiendo a los agricultores tener mejores condiciones de venta de este producto gracias a los estudios obtenidos.

Con respecto al objetivo general de investigación se formuló: Demostrar el efecto antibacteriano del extracto hidroalcohólico de *Vaccinium corymbosum* L (arándano) comparado con ciprofloxacino frente a *Escherichia coli* ATCC 25922, in vitro.

Así mismo, la hipótesis general de investigación es:

El efecto antibacteriano del extracto hidroalcohólico de *Vaccinium corymbosum* L (arándano) comparado con ciprofloxacino frente a *Escherichia coli* ATCC 25922, in vitro es mayor.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

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

- Cuantitativo: Debido a que empleó herramientas estadísticas basadas en el análisis de valores numéricos para predecir el comportamiento de las variables o su relación.
- Transversal: Debido a que la recolección de los datos relacionados al fenómeno observado fue realizada en un solo periodo de tiempo.
- Experimental: Debido a que las variables de estudio fueron manipuladas por los investigadores, por lo tanto, se observaron los fenómenos resultantes de la interacción de las variables<sup>22,23</sup>.

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

**Población:** Se consideró una población total de 7 kilogramos del fruto de *Vaccinium corymbosum* L. (arándano) el cual se recolectó en el distrito de Jayanca, provincia de Lambayeque, departamento de Lambayeque ubicado en las coordenadas geográficas 6.7110° de latitud Sur y a una longitud Oeste de 79.9014°.

La identificación de la especie vegetal fue confirmada por un profesional biólogo con experiencia en identificación taxonómica de especies vegetales de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

**Muestra:** De la población considerada y después de aplicar los criterios de selección se tomaron 4 kilogramos del fruto, los que fueron trasladados en el día, al laboratorio para iniciar el tratamiento de la muestra.

Criterio de inclusión: El fruto seleccionado presentó características similares en cuanto al peso, color y tamaño.

Criterio de exclusión: No se incluyeron aquellos frutos que presentaron características de deterioro, daño o putrefacción, así como, aquellos que correspondieron a un área diferente a la considerada en el estudio.

**Unidad de análisis:** Representada por la bacteria *Escherichia coli* ATCC 25922, la cual fue proporcionada por el Laboratorio Microclin SRL.

**Muestreo:** Corresponde al tipo no probabilístico por conveniencia<sup>24</sup>.

### II.3. Variables de investigación

**Variable independiente:** extracto hidroalcohólico de *Vaccinium corymbosum* L (arándano).

- **Definición conceptual:** Sustancia de consistencia pastosa que presenta propiedades relacionadas con los metabolitos secundarios de la planta.
- **Definición operacional:** Macerado y concentrado del fruto licuado de arándano.

**Variable dependiente:** Efecto antibacteriano frente a *Escherichia coli* ATCC 25922

- **Definición conceptual.** Acción de disminuir o detener el crecimiento y/o reproducción de *Escherichia coli*.
- **Definición operacional.** Efecto antibacteriano observado mediante la medición del diámetro del halo de inhibición formado alrededor de los extractos sobre *Escherichia coli*.

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

#### Técnica:

La técnica empleada en el estudio de investigación fue la Observación.

#### Instrumentos:

##### Ficha de recolección de datos para la actividad microbiológica:

- Se empleó una ficha propuesta por Benavides J. (2021)<sup>25</sup> y modificada por los investigadores. La ficha de recolección de datos consignó los valores de 60%, 80% y 100% en columnas separadas, además de los grupos control de etanol 70° y ciprofloxacino 100mg/mL, se registraron 15 datos para cada intervención donde se anotaron el tamaño en milímetros de halos formados según la concentración de cada extracto.

##### Ficha de recolección de datos de la marcha fitoquímica:

- Se empleó una ficha propuesta por Valdez N. (2019)<sup>26</sup> y modificada por los investigadores. La marcha fitoquímica se realizó mediante pruebas

cualitativas con reacción de coloración o precipitado, empleando diferentes tipos de reactivos para determinar las clases de metabolitos.

### **Ficha de recopilación de datos de prueba de solubilidad**

- Se empleó una ficha propuesta por Garriazo A. (2019)<sup>27</sup> y modificada por los investigadores. Esta ficha registró los datos relacionados con la solubilidad del extracto obtenido empleando solventes de diferente polaridad con la finalidad de encontrar el diluyente ideal.

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

### **II.5.1 Elaboración del extracto**

La elaboración del extracto se realizó siguiendo el método propuesto por Flores A. (2020)<sup>28</sup>. Los 4 kilogramos de frutos de *Vaccinium corymbosum* L. (Arándano) previo lavado con agua destilada y desinfección con una solución de hipoclorito de sodio al 0.5% fueron licuados colocando porciones de 400 gramos en una licuadora y agregado etanol al 70° (solución hidroalcohólica), hasta obtener una consistencia homogénea, se realizó el mismo procedimiento hasta agotar toda la cantidad de muestra, luego se llevó a macerar en un frasco con capacidad de 4 litros de color oscuro (ambar) y se dejó reposar por 10 días entre 20° a 25°C, se agitó cada 12 horas para homogenizar la muestra y posteriormente se filtró y llevó a estufa para evaporar el etanol.

El rendimiento obtenido del extracto hidroalcohólico del fruto de *Vaccinium corymbosum* L. (Arándano) fue del 10%, el cual se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso del extracto}}{\text{Peso de la muestras}} \times 100\%$$

$$\% \text{Rendimiento} = \frac{400 \text{ gr}}{4000 \text{ gr}} \times 100\%$$

$$\% \text{Rendimiento} = 10\%$$

El extracto obtenido se preparó considerando la concentración del 100%, para esto se pesó 2 gramos del extracto y diluyo con 20 ml de etanol 70° (concentración 100mg/mL), luego a partir de esta solución preparó 5 ml de las concentraciones al 80% y 60% por diluciones.



## II.5.2 Marcha fitoquímica

Para el desarrollo de la marcha fitoquímica se siguió el procedimiento propuesto por Matías, M. (2021)<sup>29</sup>, el cual se realizó para determinar los metabolitos presentes en la muestra, los cuales se realizaron de la siguiente manera:

**Alcaloides:** Se empleó la reacción de Dragendorff donde en un tubo de ensayo se agregará 1 ml del extracto y seguidamente se adicionó 1 ml de ácido clorhídrico en concentración del 1%, se llevó a calor directo por 2 minutos y luego se enfrió y agregó 3 gotas del reactivo de Dragendorff. Un precipitado naranja ladrillo indico una reacción positiva.

**Taninos y compuestos fenólicos:** Se agregó 2 ml del extracto etanólico y 3 gotas del reactivo de cloruro férrico. La coloración rojo-vino evidenció la existencia de compuestos fenólicos, un color verde intenso también demuestra la existencia de taninos pirocatecólicos, un color azul evidencia la existencia de taninos pirogaláctonicos.

**Saponinas:** Se coloca 1 ml del extracto y agrega 10 ml de agua destilada, se agitó por 2 minutos, luego del cual se observó la presencia de espuma con 2 mm a más por más de 2 minutos, lo que indicó la presencia de saponina.

**Flavonoides:** Se agregó 1 ml de la muestra en un tubo de ensayo y luego se agregará 1 ml de HCl cc, se llevó a calor directo por 10 minutos, luego se dejó enfriar y agregó 1 ml de agua destilada y 2 ml de alcohol amílico, la aparición de un color rojo a marrón en la fase amílica indica la presencia de flavonoides.

**Aminoácidos:** En un tubo de vidrio con 1 ml del extracto se agregó 3 gotas de reactivo de Ninhidrina, luego se llevó a baño maría a 45°C por 10 minutos, luego se retiró y dejó enfriar, la formación de una coloración azul-violeta indica la presencia de aminoácidos.

**Mucilago:** Una alícuota de 2ml del extracto se llevó a una temperatura de 0 a 5°C por un tiempo de 10 minutos, luego de los cuales se retiraron y observó la presencia de una consistencia gelatinosa, que indicó la presencia de mucilago.

**Compuestos grasos:** A un mililitro del extracto se le agregó 1 ml de reactivo de Sudan III y llevó a calor hasta evaporar el solvente, las

presencias de partículas de aceite indicaron la presencia de compuestos grasos.

**Triterpenos y Esteroides:** Se empleó el método de Liebermann-Burchard, a una alícuota de 1 ml del extracto se agregó 0.5 ml de ácido acético glacial y luego 5 gotas de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado por la pared del tubo de ensayo sin agitar, la formación rápidamente de un color rosado-rojo que cambia azul o azul verdoso luego indicó la presencia de estructuras esteroidales, la formación de un color rosado-rojo que cambia a verde intenso o verde oscuro indica la presencia de estructuras esteroidales.

#### **II.5.4 Actividad antibacteriana**

La actividad antibacteriana se realizó siguiendo el método propuesto por Acevedo B. (2020)<sup>30</sup>.

Para demostrar la actividad antibacteriana de la especie vegetal en estudio sobre *Escherichia coli*, se procedió de la siguiente manera:

Se activó la cepa *Escherichia coli* ATCC 25922, la cual fue adquirida por intermedio del laboratorio GenLab del Perú, el cual proporcionó el liofilizado de la cepa y su respectiva certificación. La cepa fue activada diluyendo el liofilizado en agua estéril y posteriormente aplicando mediante un hisopo el liofilizado en placa Petri con agar MacConkey, se llevó a incubación por 24 a 48 horas hasta identificar el crecimiento de la bacteria.

Luego se tomó una asada con colonias de la bacteria y se llevó a disoluciones sucesivas en solución salina fisiológica hasta alcanzar la escala 0.5 en McFarland, lo que indicó una concentración bacteriana de  $1.5 \times 10^8$  UFC.

Esta última disolución se sembró en placas Petri con Agar Mueller Hinton y elaboraron 15 placas para los grupos experimentales (60%, 80% y 100%) y 15 placas para los grupos control (etanol 70° y ciprofloxacino 100mg/ml). Se agregó 30 uL de cada solución en cada pocito respectivamente y se llevó a incubación a  $37^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  por 24 horas. Luego de este tiempo se visualizó el tamaño de diámetro de los halos, para posteriormente ser registrados en la ficha de recolección de datos.

## **II.6. Procesamiento del análisis estadístico**

Los datos recolectados fueron ingresados a una base de datos en Excel para obtener los valores promedio y límites de confianza, así mismo, se exportaron esta base al programa estadístico SPSS versión 26 para determinar si cumple con la estadística paramétrica y realizar posteriormente la prueba de ANOVA y Tukey para confirmar la hipótesis del estudio con un nivel de confianza del 95%.

## **II.7. Aspectos éticos**

Los procedimientos establecidos en el presente estudio no necesitaron el uso de animales o personas, pero si se instauraron procedimientos microbiológicos, por tal razón, se tuvieron en cuenta los protocolos de bioseguridad y manejo de material biocontaminado, para no afectar a otras personas ni el medio ambiente, así mismo, los autores sometieron el presente trabajo a la evaluación del programa Turnitin para determinar la originalidad del trabajo, indicando del mismo modo, que son los únicos responsables por la veracidad del contenido presentado, siendo todos los antecedentes y referencias tomadas para el desarrollo de la investigación correctamente citadas para no usurpar el trabajo realizado por los otros investigadores.

### III. RESULTADOS

Tabla 1. Evaluación de la solubilidad del extracto hidroalcohólico de *Vaccinium corymbosum* L (arándano) frente a diferentes solventes

Solvente	Solubilidad
Agua destilada	++
Acetona	+
Cloroformo	-
Hexano	-
Etanol	++
Alcohol ter-butílico	+
Metanol	+

Fuente: Elaboración propia

**Leyenda:**

+++	<b>Soluble</b>
++	<b>Medianamente soluble</b>
+	<b>Débilmente soluble</b>
-	<b>Insoluble</b>

Se evaluó la solubilidad del extracto hidroalcohólico de *Vaccinium corymbosum* L (arándano) frente a diferentes solventes tanto con característica polar como no polar, observándose en la tabla 1, por parte del extracto hidroalcohólico de *Vaccinium corymbosum* L (arándano) a los solventes polares como agua destilada y etanol (medianamente solubles), también se observó que el extracto era débilmente soluble a metanol, acetona y alcohol terbutílico y no presentó solubilidad en cloroformo y hexano.

Tabla 2. **Metabolitos secundarios presente en el extracto hidroalcohólico de *Vaccinium corymbosum* L (arándano)**

<b>Metabolitos Secundarios</b>	<b>Reactivos</b>	<b>Resultado</b>
Alcaloides	Dragendorff	++
Quinonas	Borntrager	-
Compuestos fenólicos	FeCl <sub>3</sub>	++
Taninos		-
Mucílagos		-
Flavonoides	Antocianidina	+
<u>Triterpenos</u> / Esteroides	Liebermann Burchard	-
Quinononas	Borntrange	-
Saponinas	Espuma	-

**Fuente: Elaboración propia**

**Leyenda:**

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

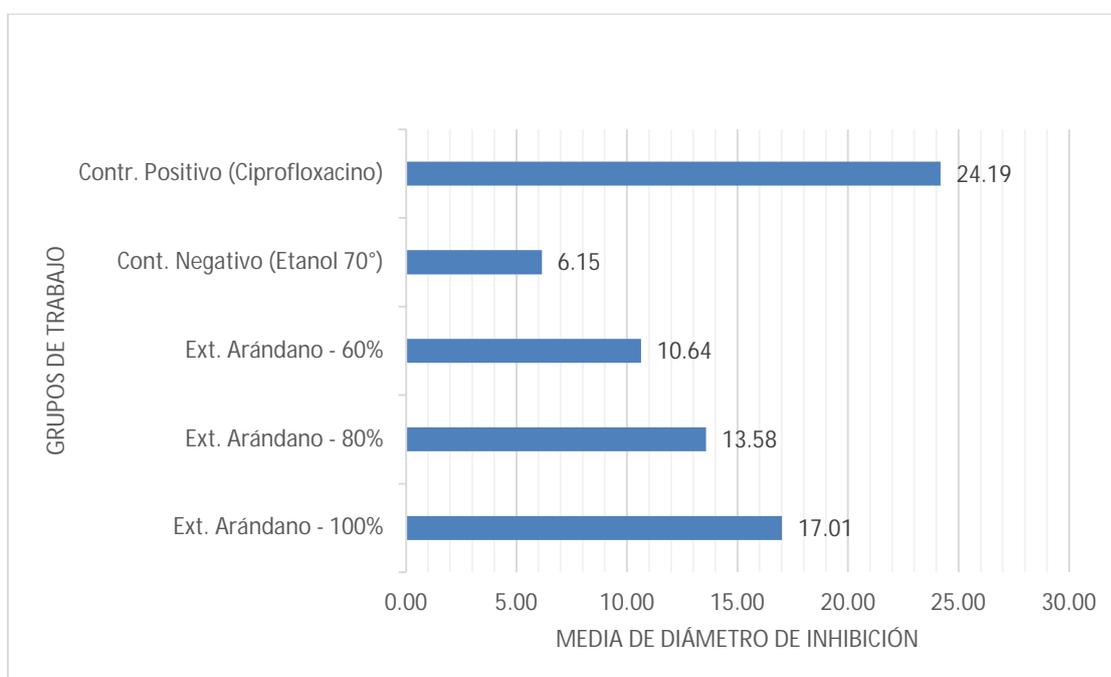
En la tabla 2 se muestra el resultado de la marcha fitoquímica obtenida al exponer el extracto hidroalcohólico de *Vaccinium corymbosum* L (arándano) a diferentes reactivos los cuales al reaccionar con los metabolitos muestran cambios de coloración, precipitado, turbidez, entre otros; los metabolitos secundarios encontrados fueron compuestos fenólicos, flavonoides y alcaloides.

**Tabla 3. Efecto antibacteriano del extracto hidroalcohólico de *Vaccinium corymbosum* L (arándano) a las concentraciones del 60%, 80% y 100% frente a *Escherichia coli* ATCC 25922, in vitro**

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Ext. Arándano - 100%	15	17,01	0,37	0,10	16,80	17,21	16,33	17,80
Ext. Arándano - 80%	15	13,58	0,40	0,10	13,36	13,80	12,82	14,49
Ext. Arándano - 60%	15	10,64	0,32	0,08	10,46	10,82	10,10	11,22
Cont. Negativo (Etanol 70°)	15	6,15	0,26	0,07	6,01	6,29	5,90	6,84
Contr. Positivo (Ciprofloxacino)	15	24,19	0,53	0,14	23,89	24,48	23,39	25,55

**Fuente: Elaboración propia**

Los estadísticos obtenidos con respecto al efecto antibacteriano relacionada con el diámetro de la zona de inhibición formada sobre el cultivo de *Escherichia coli* ATCC 25922, por extracto hidroalcohólico de *Vaccinium corymbosum* L (arándano) a diferentes concentraciones (100%, 80% y 60%); así mismo, para el etanol de 70° (control negativo) y control positivo (ciprofloxacino), se muestran en la tabla 3, los estadísticos presentados son la media, desviación estándar, error estándar, el intervalo de confianza con respecto a la media con un nivel de confianza del 95% y los valores máximo y mínimo encontrados para cada grupo de datos como se muestra en la tabla, los valores obtenidos el extracto al 100% fue de  $17,01 \pm 0,37$ mm, para el extracto al 80% fue de  $13,58 \pm 0,40$ mm; para el extracto al 60% fue de  $10,64 \pm 0,32$ mm; por su parte, los grupos control mostraron los siguientes estadísticos, etanol 70° (control negativo) de  $6,15 \pm 0,26$ mm y ciprofloxacino (control positivo) de  $24,19 \pm 0,53$ mm.



**Fuente: Elaboración propia**

**Figura 1. Efecto antibacteriano del extracto hidroalcohólico de *Vaccinium corymbosum* L (arándano) a las concentraciones del 60%, 80% y 100% frente a *Escherichia coli* ATCC 25922, in vitro**

Los datos obtenidos con respecto a la media de los halos de inhibición se muestran en la figura 1, donde nos permite apreciar que el valor más alto de las medias de los diámetros de los halos de inhibición corresponde al control positivo, seguido por los grupos experimentales de extracto hidroalcohólico de *Vaccinium corymbosum* L (arándano) a las concentraciones del 100%, 80% y 60% respectivamente los que presentan mayor halo de inhibición promedio con respecto al control negativo, lo que demuestra efecto antibacteriano por parte de los extractos.

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

<b>ANOVA</b>					
Diámetro de inhibición					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2780,823	4	695,206	4599,255	0,000
Dentro de grupos	10,581	70	0,151		
Total	2791,404	74			

**Fuente: SPSS ver. 26**

En la tabla 4 se observa mediante el análisis de la varianza (ANOVA), en el cual realizó una comparación de los valores promedio de los halos de inhibición entre grupos de tratamiento para determinar diferencias entre sus valores, en tal sentido, el análisis estadístico devuelve un valor  $p < 0,05$ ; existiendo diferencia estadísticamente significativa entre los valores promedio de los halos de inhibición de los grupos.

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

<b>Diámetro de inhibición</b>						
HSD Tukey <sup>a</sup>						
Grupos de trabajo	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
Cont. Negativo (Etanol 70°)	15	6,15				
Ext. Arándano - 60%	15		10,64			
Ext. Arándano - 80%	15			13,57		
Ext. Arándano - 100%	15				17,00	
Contr. Positivo (Ciprofloxacino)	15					24,18
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

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

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

**Fuente: SPSS ver. 26**

En la tabla 5, se muestra el análisis estadístico de la prueba de Tukey, la cual se basa en un análisis similar comparativo de los grupos de datos, pero a diferencia

de la prueba de ANOVA, esta prueba devuelve la comparación por pares y permite determinar el efecto antibacteriano entre todos los grupos de datos; de la tabla se observa que los valores promedios de los grupos de tratamientos son diferentes todos entre sí, correspondiendo el mayor efecto antibacteriano contra *Escherichia coli* al grupo control positivo.

**Tabla 6. Sensibilidad de *Escherichia coli* ATCC 25922 frente al efecto antibacteriano del extracto hidroalcohólico de *Vaccinium corymbosum* L (arándano) comparado con ciprofloxacino, in vitro**

Tratamiento	Sensibilidad nula ≤ 8 mm	Sensible 8–14 mm	Muy sensible 15-20 mm	Altamente sensible > 20 mm
Cont. Negativo (Etanol 70°)	6,15			
Ext. Arándano - 60%		10,64		
Ext. Arándano - 80%		13,57		
Ext. Arándano - 100%			17,00	
Contr. Positivo (Ciprofloxacino)				24,18

La sensibilidad antibacteriana de *Escherichia coli* ATCC 25922 frente al extracto hidroalcohólico de *Vaccinium corymbosum* L (arándano) a las concentraciones del 60%, 80% y 100% y los grupos control se muestran en tabla 6, las que fueron valoradas tomado como referencia la escala de Duraffourd; se aprecia que el grupo control negativo presentó sensibilidad nula, se observa también que *Escherichia coli* es sensible a las concentraciones del 60% y 80%, es muy sensibles a la concentración del 100% y es altamente sensible al ciprofloxacino (control positivo)

## IV. DISCUSIÓN

### IV.1. Discusión de Resultados

Según el objetivo general planteado, el cual fue demostrar el efecto antibacteriano del extracto hidroalcohólico de *Vaccinium corymbosum* L (arándano) comparado con ciprofloxacino frente a *Escherichia coli* ATCC 25922, in vitro se evaluó mediante la medición del tamaño del halo de inhibición formado por el extracto a las concentraciones del 60%, 80% y 100% y los grupos control, obteniendo valores para el extracto al 100% fue de  $17,01 \pm 0,37$ mm, para el extracto al 80% fue de  $13,58 \pm 0,40$ mm; para el extracto al 50% fue de  $10,64 \pm 0,32$ mm; por su parte, los grupos control mostraron los siguientes estadísticos, etanol 70° (control negativo) de  $6,15 \pm 0,26$ mm y ciprofloxacino (control positivo) de  $24,19 \pm 0,53$ mm. La formación del halo de inhibición formado por los extractos mayor al halo de inhibición formado por el control negativo supone la existencia de efecto antibacteriano sobre el cultivo de *Escherichia coli* ATCC 25922. Estos resultados se muestran inferiores a los encontrados por López J. et al (2022) el cual evaluó la combinación de dos aceites esenciales a partir de *V. corymbosum* y *M. oleífera* sobre *Escherichia coli* obteniendo halo de inhibición promedio de 26.15mm. Esta diferencia encontrada evidentemente se debe al efecto sinérgico de ambos aceites empleados en el estudio de López J., además de haber sido realizado en el aceite de toronjil.

Por otro lado, los resultados obtenidos por **Escobar L. (2020)**, en su investigación sobre la eficacia antibacteriana de los extractos hidroalcohólicos extraídos del fruto de la *Vaccinium corymbosum* (arándano) y *Vaccinium floribundum* (mullaca) sobre *Staphylococcus aureus* mostraron halos de inhibición similares a nuestro estudio con halos de inhibición promedio de 11.9 mm a la concentración del 75%. De manera similar esto indicaría que el poder antibacteriano de los extractos es similar tanto en *Escherichia coli* como en *Staphylococcus aureus*.

Por otro lado, al evaluar la solubilidad del extracto hidroalcohólico de *Vaccinium corymbosum* L (arándano) frente a diferentes solventes se

encontró que el extracto es medianamente soluble al agua destilada, débilmente soluble a metanol, acetona y alcohol terbutílico y no presentó solubilidad en cloroformo y hexano; lo que demuestra la presencia de metabolitos con características netamente polares y débilmente apolares.

Al identificar los metabolitos secundarios presente en el extracto hidroalcohólico de *Vaccinium corymbosum* L (arándano) se encontró la presencia de compuestos fenólicos, flavonoides y alcaloides, estos principios en diferentes estudios ha demostrado poseer propiedades antimicrobianas al actuar estabilizando la pared bacteriana.

Así mismo, al determinar el efecto antibacteriano del extracto hidroalcohólico de *Vaccinium corymbosum* L (arándano) a las concentraciones del 60%, 80% y 100% frente a *Escherichia coli* ATCC 25922, in vitro se encontró mediante el análisis estadístico de los datos recolectados para cada grupo, luego de aplicar las pruebas de ANOVA y Tukey, la existe de diferencia significativa entre todos los grupos de trabajo, lo que confirma el efecto antibacteriano del extracto hidroalcohólico de *Vaccinium corymbosum* L (arándano); así mismo, no se logró demostrar mayor efecto por parte de los extractos comparados con el control positivo (ciprofloxacino) que demostró poseer mayor efecto antibacteriano. **Rehman J. et al (2021)**, respalda los resultados encontrados por parte del extracto acuoso y etanólico de *Vaccinium macrocarpon* una especie de la misma familia de *Vaccinium corymbosum* L. la que presenta actividad antiabacteriana frente a *Escherichia coli* de cultivos urinarios en ratas con la formación de halos de inhibición de  $22.5 \pm 0.52$  mm para la concentración del extracto al 100% y para el control de ciprofloxacino de  $32 \pm 0.00$  mm, al comparar con nuestro estudio donde los halos de inhibición son inferiores tanto para el extracto al 100% como para el ciprofloxacino, lo que puede estar relacionado con la concentración bacteriana empleada en los medios de cultivo o la especie vegetal en estudio. Por el contrario, el estudio de **Muñoz M. (2020)**, el cual evaluó el extracto etanólico de arándano frente a la clorhexidina al 0,12% sobre *Porphyromonas Gingivalis*, a las concentraciones del 50% con halo de inhibición de 7.5mm, la de 75%

10.15% y la concentración de 100% 11.25mm, los cuales son menores a nuestro estudio, resultados que estarían relacionados con la sensibilidad que presenta *Porphyromonas Gingivalis* al extracto de arándano.

Al determinar la sensibilidad de *Escherichia coli* ATCC 25922 frente al efecto antibacteriano del extracto hidroalcohólico de *Vaccinium corymbosum* L (arándano) comparado con ciprofloxacino, in vitro mediante la escala de Duraffourd se encontró que esta bacteria presenta sensibilidad nula al etanol 70°, es sensible al extracto hidroalcohólico de *Vaccinium corymbosum* L. al 60% y 80%, es muy sensible al extracto hidroalcohólico de *Vaccinium corymbosum* L. al 100% y altamente sensible al control positivo (ciprofloxacino).

## IV.2. Conclusiones

1. El extracto hidroalcohólico de *Vaccinium corymbosum* L (arándano) fue medianamente soluble (+++) al agua destilada y etanol, es débilmente soluble (+) a metanol, acetona y alcohol terbutílico; y no presentó solubilidad (-) en cloroformo y hexano.
2. Los metabolitos secundarios identificados en el extracto hidroalcohólico de *Vaccinium corymbosum* L (arándano) fueron los compuestos fenólicos, alcaloides en cantidad leve (++) y flavonoides en cantidad escasa (+).
3. El extracto hidroalcohólico de *Vaccinium corymbosum* L (arándano) a las concentraciones del 60%, 80% y 100% presentaron efecto antibacteriano frente a *Escherichia coli* ATCC 25922, al presentar halos de inhibición de  $10,64 \pm 0,32\text{mm}$ ,  $13,58 \pm 0,40\text{mm}$  y  $17,01 \pm 0,37\text{mm}$  respectivamente.
4. La sensibilidad de *Escherichia coli* ATCC 25922 frente al efecto antibacteriano del extracto hidroalcohólico de *Vaccinium corymbosum* L fue Sensible y muy sensible (10,64mm – 17,00mm), siendo menor comparado con ciprofloxacino, siendo sensible para

los extractos al 60% (10,64mm) y 80% (13,57mm); muy sensible para el extracto al 100% (17,01mm) y altamente sensible para ciprofloxacino (24,18mm).

#### **IV.3. Recomendaciones**

- ✓ La identificación cualitativa de los metabolitos secundarios de una planta relaciona la concentración de estos, por lo tanto, se recomienda realizar investigaciones que determinen la concentración y tipo de metabolitos presentes en los extractos de la planta.
- ✓ Promover el uso de *Vaccinium corymbosum* en preparados magistrales con el objeto de aprovechar sus propiedades antibacterianas.
- ✓ Realizar investigaciones sobre el efecto sinérgico de *Vaccinium corymbosum* con antibióticos en el tratamiento de enfermedades.
- ✓ Demostrar el efecto antimicrobiano de *Vaccinium corymbosum* en diferentes microorganismos.

## Referencias Bibliográficas

1. OMS. E. coli [Internet]. [cited 2020 Jan 28]. Available from: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/e-coli>
2. Bergaglio J, Bergaglio O. Vista de Contaminación de alimentos por Escherichia coli y la inocuidad alimentaria como eje fundamental. Revista Argentina de Ciencia y Tecnología [Internet]. 2020 [cited 2022 May 27];5. Available from: <https://revistas.untref.edu.ar/index.php/innova/article/view/596/585>
3. Allocati N, Masulli M, Alexeyev M, Ilio C. Escherichia coli in Europe: An Overview. Int J Environ Res Public Health. 2015;10:10.
4. ELIKA. Escherichia coli - ELIKA Seguridad Alimentaria [Internet]. Seguridad Alimentaria. 2022. Available from: <https://seguridadalimentaria.elika.eus/fichas-de-peligros/escherichia-coli/>
5. Siegel M. E. Coli Outbreak In Europe -- Why Now? [Internet]. Fox News. 2015. Available from: <https://www.foxnews.com/opinion/e-coli-outbreak-in-europe-why-now>
6. Sanchez A. Caracterización molecular de factores de virulencia y genotipos de escherichia coli aislada en langostino (*Litopenaeus vannamei*) y camarones de río (*Cryphiops caementarius*) en terminales pesqueros de Lima metropolitana. [Internet]. 2018. Available from: [https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/3680/Caracterizacion\\_SanchezVillanueva\\_Andre.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/3680/Caracterizacion_SanchezVillanueva_Andre.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
7. Torres A, Amaral M, Bentancor L, Galli L, Goldstein J, Krüger A. Recent Advances in Shiga Toxin-Producing Escherichia coli Research in Latin America. Microorganisms. 2018 Dec 1;6(4).
8. Alzamora MC, Echevarría AC, Ferraro VM, Riveros MD, Zambruni M, Ochoa TJ. Resistencia antimicrobiana de cepas comensales de Escherichia coli en niños de dos comunidades rurales peruanas. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública. 2019 Sep 23;36(3):459.
9. Janiuk M, Najda A, Gantner M, Błażewicz-Woźniak M. Chemical variability and antioxidant activity of the leaves of chosen highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) cultivars. Modern Phytomorphology. 2013;3:111–114.
10. EUROPA PRESS. Un extracto del arándano hace que las bacterias sean más sensibles a los antibióticos [Internet]. Infosalus. 2019 [cited 2022 May 27]. Available from: <https://www.infosalus.com/farmacia/noticia-extracto-arandano-hace->

bacterias-sean-mas-sensibles-antibioticos-20190528183021.html

11. European Centre for Disease Prevention and Control. Escherichia coli (E.coli) [Internet]. ECDC. 2019 [cited 2022 May 7]. Available from: <https://www.ecdc.europa.eu/en/escherichia-coli-ecoli>
12. American Academy of Pediatrics. Intoxicación y contaminación alimentaria - [Internet]. American Academy of Pediatrics. 2022 [cited 2022 May 27]. Available from: <https://www.healthychildren.org/Spanish/health-issues/conditions/abdominal/Paginas/Food-Poisoning-and-Food-Contamination.aspx>
13. Sanosil. E.coli una bacteria que crece con el calor [Internet]. 2021 [cited 2022 May 27]. Available from: <https://sanosil.es/blog/e-coli-crece-con-el-calor/>
14. Thai T, Salisbury BH, Zito PM. Ciprofloxacin. StatPearls. 2021 Nov 15;
15. LeBel M. Ciprofloxacin: chemistry, mechanism of action, resistance, antimicrobial spectrum, pharmacokinetics, clinical trials, and adverse reactions. *Pharmacotherapy*. 2017;8(1):3–30.
16. Cueva A. Resistencia antibiótica de Ciprofloxacino comparado a Ceftriaxona asociados al Metronidazol en el manejo perioperatorio de Apendicitis aguda en el servicio de cirugía general del Hospital Víctor Lazarte Echeagaray [Internet]. 2022 [cited 2022 May 27]. Available from: <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/8804>
17. Lopez J, Rodríguez M. Vista do Avaliação antimicrobiana de dois óleos essenciais de folhas de *Vaccinium corymbosum* e *Moringa oleifera* contra a bactéria *Escherichia coli*. *Sapienza: International Journal of Interdisciplinary Studies* [Internet]. 2022 [cited 2022 May 20];3(2):2675–9780. Available from: <https://journals.sapienzaeditorial.com/index.php/SIJIS/article/view/332/206>
18. Rehman J, Iqbal A, Mahmood A, Asif H, Mohiuddin E, Akram M. Phytochemical analysis, antioxidant and antibacterial potential of some selected medicinal plants traditionally utilized for the management of urinary tract infection. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2021;34(3):1056–62.
19. Escobar L. Efecto antibacteriano in vitro de extractos hidroalcohólicos de los frutos de *Vaccinium corymbosum* (arándano) y *vaccinium floribundum* (mullaca) sobre *staphylococcus aureus*. Universidad ULADECH; 2021.
20. Espinoza L. Sinergia antimicrobiana entre el extracto acuoso del fruto de *Vaccinium corymbosum* L. “arándano” y vancomicina sobre *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina. Universidad César Vallejo; 2020.

21. Sachún J. Efecto antibacteriano del extracto acuoso de *Vaccinium corymbosum* “arandano” comparado con mupirocina sobre *Vtaphylococcus aureus* ATCC 25923 estudio in vitro. 2019.
22. Muñoz C. Como elaborar y asesorar una tesis de investigación. Segunda Ed. Gaona L, Hernández F, editors. Pearson Educacion, S.A.; 2016.
23. Anonimo. El diseño de investigación experimental [Internet]. 2016. Available from: [http://histologia.ugr.es/pdf/Metodologia\\_III.pdf](http://histologia.ugr.es/pdf/Metodologia_III.pdf)
24. Hernández C, Carpio N. Introducción a los tipos de muestreo. Revista Científica del Instituto Nacional de Salud “Alerta” [Internet]. 2019;2(1):75–9. Available from: <https://alerta.salud.gob.sv/introduccion-a-los-tipos-de-muestreo/>
25. Benavides J, Coñez J. Efecto antibacteriano, in vitro, del extracto hidroalcohólico de *Vaccinium corymbosum* L. (arándanos) en cepas de *Streptococcus pyogenes*” [Internet]. 2021. Available from: <https://repositorio.uroosevelt.edu.pe/bitstream/handle/ROOSEVELT/469/TESIS%20Joscelin%20y%20Jessica.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
26. Valdez N, Tambini J. Efecto antimicótico in vitro del extracto etanólico de *Vaccinium corymbosum* L. (arándanos) en cepas de *Candida albicans* [Internet]. 2019. Available from: [http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/5204/TESIS\\_VALDEZ%20HINOSTROZA%20-%20TAMBINI%20P%20C3%89REZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/5204/TESIS_VALDEZ%20HINOSTROZA%20-%20TAMBINI%20P%20C3%89REZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
27. Garriazo C, Ingaruca G. Determinación de la actividad antioxidante y citotóxica del extracto hidroalcohólico del fruto de *Vaccinium corymbosum* (arándano) proveniente de cañete [Internet]. 2019. Available from: <http://209.45.52.21/bitstream/handle/unid/42/5%20GARRIAZO%20RIPAS%20e%20INGARUCA%20SALAZAR.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
28. Flores A. Efecto inhibitorio del extracto hidroalcohólico de arándano azul (*Vaccinium corymbosum*) en diferentes concentraciones: 25 %, 50 %, 75 %, 100 %, frente a la cepa de *Fusobacterium nucleatum*, en relación con la clorhexidina al 0.12 % [Internet]. 2020. Available from: <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/4348/1/T-UIDE-0078.pdf>
29. Matías M, Contreras N. Evaluación de la actividad antioxidante y fotoprotectora in vitro de la crema gel elaborada con extracto etanólico de los frutos de *Vaccinium corymbosum* L. (arándano) [Internet]. 2021. Available from: <https://repositorio.uma.edu.pe/handle/20.500.12970/396>

30. Acevedo B, Mejía E. Efecto antibacteriano in vitro del *Vaccinium corymbosum* L. sobre *Escherichia coli* uropatógena [Internet]. 2020. Available from: [http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/6031/1/REP\\_MEHU\\_BRUNO.ACEVEDO\\_EFECTO.ANTIBACTERIANO.INVITRO.VACCINIUM.CPRYMBOSUM.L.SOBRE.ESCHERICHIA.COLI.UROPAT%c3%93GENA.pdf](http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/6031/1/REP_MEHU_BRUNO.ACEVEDO_EFECTO.ANTIBACTERIANO.INVITRO.VACCINIUM.CPRYMBOSUM.L.SOBRE.ESCHERICHIA.COLI.UROPAT%c3%93GENA.pdf)

## **ANEXOS**

**Anexo A. Instrumento de recolección de datos**

<b>EFECTO ANTIBACTERIANO DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DEL FRUTO DE <i>Vaccinium corymbosum</i> L. (ARÁNDANO) COMPARADO CON CIPROFLOXACINO FRENTE A <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922, IN VITRO</b>					
<b>Número de placas</b>	<b>GRUPOS EXPERIMENTALES</b>			<b>GRUPOS CONTROL</b>	
	100%	80%	60%	Control Negativo Etanol 70°	Control positivo ciprofloxacino
Placa N°01	16,83	13,15	10,41	6,24	23,88
Placa N°02	17,14	13,65	10,10	5,97	24,68
Placa N°03	17,17	13,25	10,82	5,95	24,75
Placa N°04	16,33	13,46	10,99	6,84	24,47
Placa N°05	17,17	13,67	10,72	5,90	24,33
Placa N°06	17,80	12,82	10,92	6,44	24,09
Placas N° 07	17,19	13,83	10,40	6,09	23,74
Placa N° 08	16,52	14,49	10,71	5,98	23,83
Placa N° 09	17,13	14,05	10,44	6,08	23,97
Placa N° 10	16,65	13,62	11,22	6,09	23,86
Placa N° 11	17,29	13,75	10,60	6,04	23,69
Placa N° 12	17,31	13,76	10,23	6,46	24,32
Placa N° 13	16,75	13,22	11,05	6,00	25,55
Placa N° 14	16,71	13,37	10,34	5,93	23,39
Placa N° 15	17,13	13,60	10,68	6,24	24,24

## Anexo B. Matriz de consistencia

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>
¿Cuál será el efecto antibacteriano comparado que presenta el extracto hidroalcohólico de <i>Vaccinium corymbosum</i> L (arándano) con Ciprofloxacino frente a <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922, in vitro?	Demostrar el efecto antibacteriano del extracto hidroalcohólico de <i>Vaccinium corymbosum</i> L (arándano) comparado con ciprofloxacino frente a <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922, in vitro	El efecto antibacteriano del extracto hidroalcohólico de <i>Vaccinium corymbosum</i> L (arándano) comparado con ciprofloxacino frente a <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922, in vitro es mayor
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Específicas</b>
¿Qué solubilidad presentará el extracto hidroalcohólico de <i>Vaccinium corymbosum</i> L (arándano) frente a diferentes solventes?	Evaluar la solubilidad del extracto hidroalcohólico de <i>Vaccinium corymbosum</i> L (arándano) frente a diferentes solventes	El extracto hidroalcohólico de <i>Vaccinium corymbosum</i> L (arándano) es soluble frente a diferentes solventes polares
¿Qué metabolitos secundarios presentará el extracto hidroalcohólico de <i>Vaccinium corymbosum</i> L (arándano)	Identificar los metabolitos secundarios presente en el extracto hidroalcohólico de <i>Vaccinium corymbosum</i> L (arándano)	El extracto hidroalcohólico de <i>Vaccinium corymbosum</i> L (arándano) presenta metabolitos secundarios activos frente a <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922
¿Qué efecto antibacteriano presenta el extracto hidroalcohólico de <i>Vaccinium corymbosum</i> L (arándano) a las concentraciones del 60%, 80% y 100% frente a <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922, in vitro?	Determinar el efecto antibacteriano del extracto hidroalcohólico de <i>Vaccinium corymbosum</i> L (arándano) a las concentraciones del 60%, 80% y 100% frente a <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922, in vitro	El extracto hidroalcohólico de <i>Vaccinium corymbosum</i> L (arándano) a las concentraciones del 60%, 80% y 100% presenta efecto antibacteriano frente a <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922, in vitro
¿Cuál será la sensibilidad de <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922 frente al efecto antibacteriano del extracto hidroalcohólico de <i>Vaccinium corymbosum</i> L (arándano) comparado con ciprofloxacino, in vitro?	Determinar la sensibilidad de <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922 frente al efecto antibacteriano del extracto hidroalcohólico de <i>Vaccinium corymbosum</i> L (arándano) comparado con ciprofloxacino, in vitro	<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922 es sensible frente al efecto antibacteriano del extracto hidroalcohólico de <i>Vaccinium corymbosum</i> L (arándano) comparado con ciprofloxacino, in vitro

### Anexo C. Operacionalización de las variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	N° DE ÍTEMS	VALOR
extracto hidroalcohólico de <i>Vaccinium corymbosum</i> L (arandano)	Producto obtenido por medio de un proceso físico que contiene los metabolitos de la planta	Maceración por 10 días con etanol 70°	Concentración	Porcentaje	Razón	3	100 80 60
efecto antibacteriano frente a <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	Acción de inhibir o disminuir el crecimiento bacteriano de <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	Medición del tamaño de los halos de inhibición	Halo de inhibición	Diámetro	Razón	4	≤ 8mm (-) 8mm-14mm (+) > 14 mm-20mm (++) > 20mm : (+++)

## Anexo D. Certificado Botánico

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

### CERTIFICACIÓN BOTÁNICA

El Biólogo colegiado, certifica que la planta conocida como "Arándano" proporcionada por los Bachilleres, Esther Yanina Díaz Farroñay y Manuel Felipe Córdor Vásquez, Tesisistas de la Universidad María Auxiliadora, ha sido estudiada científicamente y determinada como *Vaccinium corymbosum* L. y de acuerdo al Sistema de Clasificación de Cronquist 1981, se ubica en las siguientes categorías:

Reino: Plantae  
División: Magnoliophyta  
Clase: Magnoliopsida  
Orden: Ericales  
Familia: Ericaceae  
Género: *Vaccinium*  
Especie: *Vaccinium corymbosum* L.

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

Lima, 21 junio 2022

  
Blgo. Hamilton Beltrán  
Hamilton Wilmer Beltrán Santiago  
Físlogo - Botánico  
CNE 7719

## Anexo E. Carta de aceptación del Lab. Microclin



### CARTA DE ACEPTACIÓN

EL QUE SUSCRIBE

Hace constar

Que Cónдор Vasquez Manuel Felipe y Díaz Farroñay Esther Yaninas, **bachilleres en Farmacia y Bioquímica** han sido aceptados por este laboratorio para realizar la ejecución de su trabajo de investigación titulado **“EFECTO ANTIBACTERIANO DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DEL FRUTO DE *Vaccinium corymbosum* L. (ARÁNDANO) COMPARADO CON CIPROFLOXACINO FRENTE A *Escherichia coli* ATCC 25922, IN VITRO”** en nuestras instalaciones.

*Trujillo, 04 de agosto de 2022*

  
  
Dpto. Liliana E. Niño Barturín  
C.B.P. 1807

REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO NO ESTA PERMITIDA SIN LA AUTORIZACIÓN PREVIA Y EXPRESA DE MICROCLIN SRL

EL LABORATORIO DE LA REGION

Marcial Acharán N° 587- Urb. Las Quintanas Telef.: 44 208302 Telefax 44 249115 Celular 948051687

Trujillo-Perú

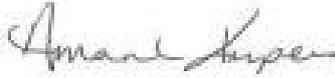
Web: [www.microclin.com](http://www.microclin.com)

e-mail: [microclin@microclin.com](mailto:microclin@microclin.com)

# Anexo F. Certificado de la cepa ATCC



Certificate of Analysis: Lyophilized Microorganism Specification and Performance Upon Release

<b>Specifications</b> Microorganism Name: Escherichia coli Catalog Number: 0335 Lot Number: 335-506** Reference Number: ATCC® 25922™† Purity: Pure Passage from Reference: 3	<b>Expiration Date:</b> 2024/3/31 <b>Release Information:</b> Quality Control Technologist: Mary L. Bowman Release Date: 2022/4/8
<b>Performance</b>	
<b>Macroscopic Features:</b> 2 colony types, both are gray & beta hemolytic: one is circular to irregular, convex, slightly erose-edge & smooth; other is larger, irregular, low convex, erose edge & rough  <b>Microscopic Features:</b> Gram negative straight rod	<b>Medium:</b> SBAP  <b>Method:</b> Gram Stain (1)
<b>ID System: MALDI-TOF (1)</b>  See attached ID System results document.	<b>Other Features/ Challenges: Results</b> (1) Oxidase (Kovacs): negative Beta-glucuronidase (E. coli Broth w/MUG): positive (1) Ampicillin (10 mcg - Disk Susceptibility): 15 - 22 mm (1) Gentamicin (10 mcg - Disk Susceptibility): 19 - 26 mm (1) SXT (1.25/23.75 mcg - Disk Susceptibility): 23 - 29 mm   Amanda Kupens Quality Control Manager AUTHORIZED SIGNATURE
<p>**Disclaimer: The last digit(s) of the lot number appearing on the product label and packing slip are merely a packaging event number. The lot number displayed on this certificate is the actual base lot number.</p> <p>Note for Vitek®: Although the Vitek® panel uses many conventional tests, the unique environment of the card, combined with the short incubation period, may produce results that differ from published results obtained by other methods.</p> <p>⚠️ Refer to the enclosed product insert for instructions, intended use and hazard/safety information.</p> <p>Individual products are traceable to a recognized culture collection.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div data-bbox="231 1456 454 1624">                   ACCREDITED                  REFERENCE MATERIAL PRODUCER                  CERT #2015.07             </div> <div data-bbox="231 1635 406 1691">  </div> <div data-bbox="422 1624 1428 1668">                 (†) The ATCC Licensed Derivative Emblem, the ATCC Licensed Derivative word mark and the ATCC catalog marks are trademarks of ATCC Microbiologics, Inc. It is licensed to use these trademarks and to sell products derived from ATCC® cultures.             </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <div data-bbox="231 1713 454 1870">                   ACCREDITED                  TESTING CERT #2015.01             </div> <div data-bbox="502 1848 901 1870">                 (†) These tests are accredited to ISO/IEC 17025:2005.             </div> </div>	



## Bruker Daltonik MALDI Biotyper Classification Results

### Meaning of Score Values

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

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

Category	Interpretation
(A)	<b>High consistency:</b> The best match is a high-confidence identification. The second-best match is (1) a high-confidence identification in which the species is identical to the best match, (2) a low-confidence identification in which the species or genus is identical to the best match, or (3) a non-identification.
(B)	<b>Low consistency:</b> The requirements for high consistency are not met. The best match is a high- or low-confidence identification. The second-best match is (1) a high- or low-confidence identification in which genus is identical to the best match or (2) a non-identification.
(C)	<b>No consistency:</b> The requirements for high or low consistency are not met.

Run Creation Date/Time:

2020-03-27T11:51:17.542 KJH

Applied MSP Library(ies):

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

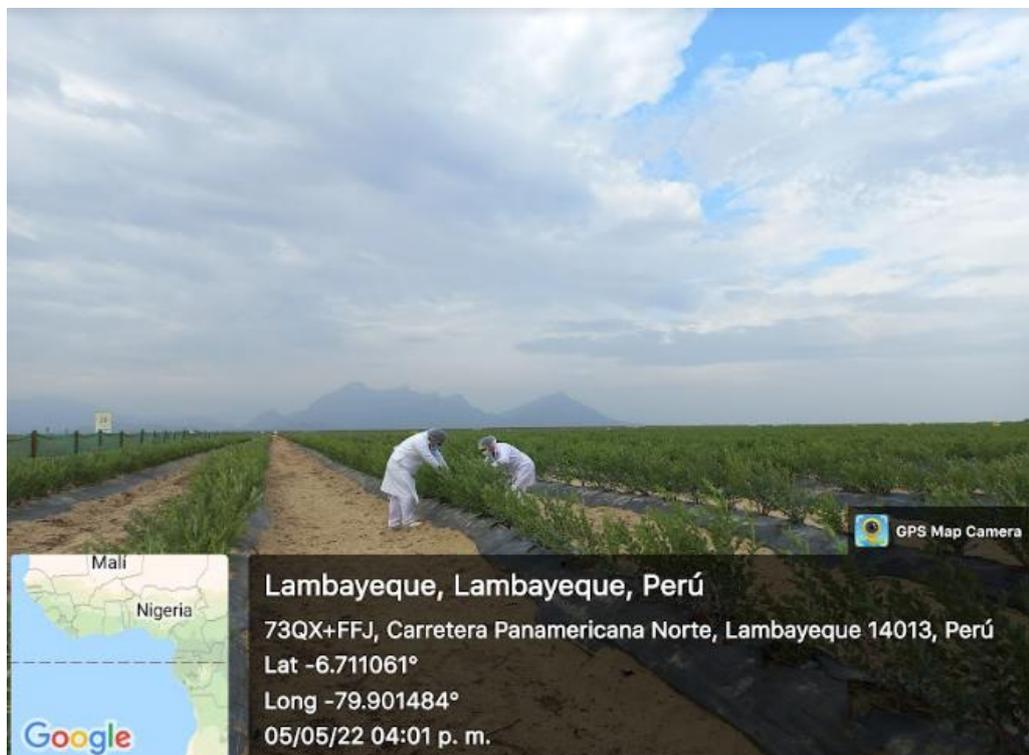
Sample Name	Sample ID	Organism (best match)	Score Value
C7 (+++) (A)	335-506	Escherichia coli	2.55

Comments:

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

## Anexo G. Evidencias fotográficas

Figura 2. Recolección de la muestra



**Figura 3. Preparación de la muestra**



**Figura 4. Proceso de maceración del arándano**



**Figura 5. Obtención de los extractos de arándano**





Figura 6. Activación de *Escherichia coli*



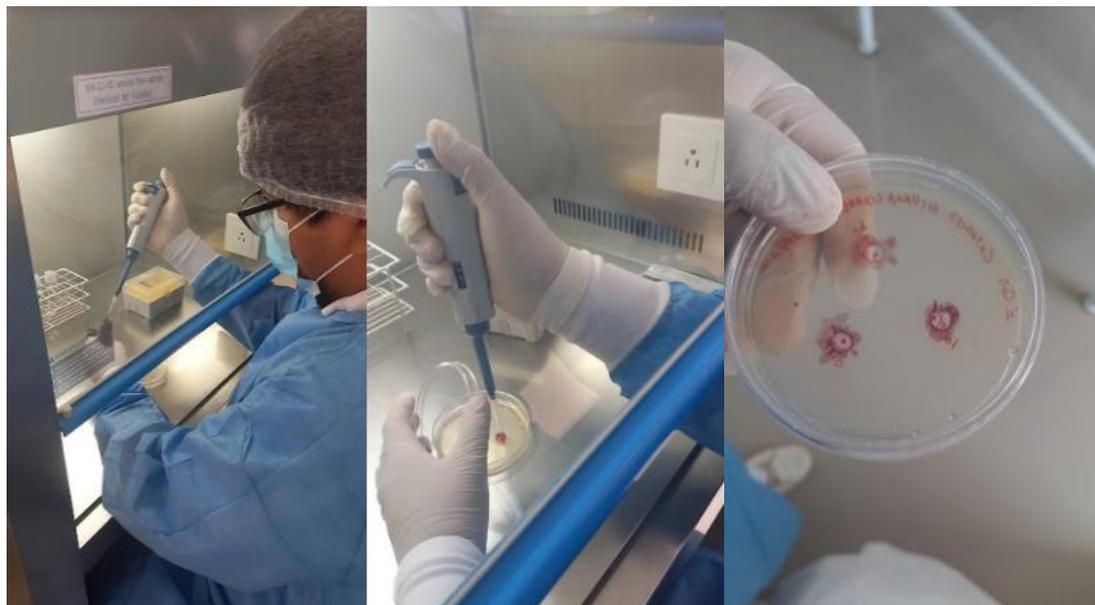
**Figura 7. Preparación de Escherichia coli a 0.5 Mc Farland**



**Figura 8. Sembrado de Escherichia coli**



**Figura 9. Aplicación de los extractos en el medio de cultivo**



**Figura: 10. Incubación de placas**

