



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

ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA IN VITRO DEL EXTRACTO
ETANÓLICO DE LAS HOJAS DE *Ricinus communis* L.
(HIGUERILLA) FRENTE A *Escherichia coli*

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE QUÍMICO FARMACÉUTICO

AUTORES:

BACH. COELLO NEYRA, BERSABE

BACH. MEJIA MARIN, CLARIVEL

ASESOR:

Mg. QF HERNANDEZ GUERRA, REYNA EMPERATRIZ

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo en primer lugar a Dios, pues reconocemos que la sabiduría viene de él y que todo esfuerzo será siempre recompensado.

Dedicamos también a nuestros padres que con su ejemplo, paciencia y perseverancia nos han formado como profesionales con principios y valores, esperamos se sientan orgullosos.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a nuestros padres por su ejemplo e inspiración, por darnos las fuerzas para superarnos y desearnos lo mejor en cada paso por este camino difícil y arduo de la vida, pero satisfactorio a la vez.

Agradecemos a nuestros profesores y amigos, que en el andar por la vida nos encontramos; porque cada uno de ustedes nos brindó sus conocimientos y amistad para convertirnos en profesionales de éxito.

Índice General

RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MATERIALES Y MÉTODOS	7
2.1 Enfoque y diseño de investigación	
2.2 Población, muestra y muestreo	
2.3 Variables de investigación	
2.4 Técnica e instrumento de recolección de datos	
2.5 Plan de recolección de datos	
2.6. Métodos de análisis estadísticos	
2.7 Aspectos éticos	
III. RESULTADOS	11
IV. DISCUSIÓN	18
4.1. Discusión de resultados	
4.2. Conclusiones	
4.3. Recomendaciones	
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
ANEXOS	26

Índice de Tablas

Tabla 1. Estadística descriptiva de los tratamientos.....	11
Tabla 2. Estadística descriptiva de los grupos control.....	12
Tabla 3. Prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov.....	14
Tabla 4. Prueba de homogeneidad de varianzas por grupos.....	15
Tabla 5. Análisis de la varianza para las variables de estudio.....	16
Tabla 6. Análisis por sub grupos homogéneos - prueba de Tukey.....	17

Índice de Figuras

Figura 1. Halo de inhibición tratamientos experimentales y control.....	13
Figura 2. Recolección de la muestra vegetal.....	32
Figura 2. Lavado y secado de la muestra vegetal	32
Figura 2. Secado en estufa de la muestra vegetal	33
Figura 2. Tamizado y pesado de la muestra vegetal.....	33
Figura 2. Preparación del macerado etanólico	33
Figura 2. Proceso de filtrado	34
Figura 2. Evaporación del solvente en baño maría.	34
Figura 2. Activación de la cepa de Escherichia coli ATCC 25922	34
Figura 2. Preparación del inóculo de trabajo	35
Figura 2. Sembrado en placas y preparación de los pozos en agar.....	35
Figura 2. Sembrado en placas y preparación de los pozos en agar.....	35

Índice de Anexos

Anexo A. Operacionalización de las variables.....	27
Anexo B. Instrumentos de recolección de datos	28
Anexo C. Clasificación Taxonómica	29
Anexo D. Certificado de análisis de la cepa Escherichia coli ATCC.....	30
Anexo E. Evidencias fotográficas del trabajo de campo.....	32
Anexo F. Recolección de datos.....	36
Anexo G. Escala de Duraffourd.....	37

RESUMEN

Objetivo: Determinar la actividad antibacteriana in vitro del extracto etanólico de *Ricinus communis* (higuerilla) contra *Escherichia coli*.

Métodos: Se empleó el método de maceración en frío para la obtención del extracto etanólico de la planta, la determinación de la actividad antibacteriana contra *Escherichia coli* se realizó mediante el método de difusión en pozo de agar empleando la cepa de *Escherichia coli* ATCC 25922, se preparó el extracto a las concentraciones de 25%, 50%, 75% y 100% con etanol de 96°, se realizaron 30 replicas por cada extracto y emplearon como control negativo el etanol 96° y control positivo el ciprofloxacino, las lecturas se realizaron a las 24 horas de la incubación de las muestras a $35^{\circ}\text{C} \pm 0.5$.

Resultado: Los resultados encontrados en el estudio con respecto a los halos de inhibición formados de los extractos etanólicos de *Ricinus communis* (higuerilla) a las concentraciones de 25%, 50%, 75% y 100% fueron respectivamente $10.62\text{mm} \pm 0.06$, $13.44\text{mm} \pm 0.05$, $15.94\text{mm} \pm 0.06$ y $17.54\text{mm} \pm 0.05$, el control negativo tuvo un halo de inhibición de $6.03\text{mm} \pm 0.01$ y $38.74\text{mm} \pm 0.07$ el control positivo. La prueba de Kolmogorov-Smirnov confirmó la distribución normal en todos los grupos de datos excepto el control negativo, la prueba de Levene confirmó homogeneidad de las varianzas, las pruebas de ANOVA y Tukey realizadas demostraron diferencia significativa en todos los tratamientos y control.

Conclusiones: Se determinó actividad antibacteriana de los extractos etanólicos de *Ricinus communis* (higuerilla) a todas las concentraciones estudiadas sobre *Escherichia coli* ATCC 25922, pero el efecto antibacteriano encontrado no fue similar al ciprofloxacino.

Palabras claves: *Escherichia coli*, extracto etanólico, *Ricinus communis*, higuerilla

ABSTRACT

Objective: To determine the in vitro antibacterial activity of the ethanolic extract of *Ricinus communis* (castor) against *Escherichia coli*.

Methods: The cold maceration method was used to obtain the ethanolic extract of the plant, the determination of the antibacterial activity against *Escherichia coli* was carried out by means of the agar well diffusion method using the *Escherichia coli* strain ATCC 25922. prepared the extract at concentrations of 25%, 50%, 75% and 100% with 96 ° ethanol, 30 replicates were made for each extract and used 96 ° ethanol as a negative control and ciprofloxacin as a positive control, the readings were made 24 hours after incubation of the samples at 35 ° C + 0.5.

Result: The results found in the study regarding the inhibition halos formed from the ethanolic extracts of *Ricinus communis* (castor) at concentrations of 25%, 50%, 75% and 100% were respectively 10.62mm + 0.06, 13.44mm + 0.05, 15.94mm + 0.06 and 17.54mm + 0.05, the negative control had an inhibition halo of 6.03mm + 0.01 and 38.74mm + 0.07 the positive control. The Kolmogorov-Smirnov test confirmed the normal distribution in all data groups except the negative control, the Levene test confirmed homogeneity of the variances, the ANOVA and Tukey tests performed showed a significant difference in all treatments and control.

Conclusions: Antibacterial activity of the ethanolic extracts of *Ricinus communis* (castor) was determined at all the concentrations studied on *Escherichia coli* ATCC 25922, but the antibacterial effect found was not similar to ciprofloxacin.

Key words: *Escherichia coli*, ethanolic extract, *Ricinus communis*, castor

I. INTRODUCCIÓN

Son diversas las enfermedades que pueden atacar al hombre y producir enfermedades incluso mortales, entre estas las llamadas enfermedades infecciosas que son producidas por diversos microorganismos como bacterias, hongos y virus incluyendo a los parásitos¹.

Uno de los microorganismos que puede producir enfermedades graves es *Escherichia coli*, aunque la mayoría de las cepas son inofensivas. La sintomatología que muestra esta infección va desde fiebre, cólicos, vómitos, inclusive diarrea con sangre; aunque la mayoría de los casos se recuperan a los diez días otros concluyen en la muerte del paciente. La forma de contagio mas común de esta bacteria es mediante los alimentos; existen numerosos reportes de brotes de *Escherichia coli* incluso en países con medidas de regulación alimentaria².

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) estima en base a información obtenida de 21 países en todo el mundo que las enfermedades producidas por *Escherichia coli* se encuentran entre 0,6 casos por cada 100,00 habitantes al año en los países africanos, sin embargo, en países de la región Mediterráneo oriental la cifra ascendería a 136 casos por 100,000 habitantes por año³

En el 2011 un brote de *Escherichia coli* fue reportado en 8 países de Europa y América del Norte donde se reportó 53 fallecidos, en Alemania esta enfermedad causó 1,3 millones de dólares en pérdidas para la agricultura e industria y 236 millones en deuda por ayuda en la situación de emergencia por la Unión Europea⁴.

La presencia de *Escherichia coli* como agente causante de enfermedades diarreicas agudas (EDA) es muy común, presentando una tasa entre 0,8 y 2 millones de muertes en niños menores de 5 años. En Latinoamérica existe una elevada prevalencia de EDA en la población, presentando Colombia una incidencia de 110 casos por cada 100,000 personas y una mortalidad en niños menores de 5 años de 0,75 por cada 1000 niños,

lo que representa un total del 4% de la tasa de mortalidad infantil que presenta este país⁵.

Esta bacteria también ha presentado un incremento acelerado con respecto a la resistencia a antibióticos, en nuestro país un estudio de cohorte realizado en el 2019 ilustra esta problemática al demostrar la tasa de crecimiento de resistencia bacteriana de este microorganismo en el tiempo al ácido nalidíxico y cotrimoxazol de 11,6% y 6,4% respectivamente, también se determinó una tasa de pacientes multidrogoresistentes del 34%. El estudio fue realizado en comunidades rurales de Moyobamba y Urubamba⁶.

Así mismo, otro estudio realizado en la Universidad Cayetano Heredia muestra que la *Escherichia coli* diarrogénica es una de las causas más importantes en las diarreas producidas en niños debido a que son altamente heterogéneos, encontrando *E. coli* enteropatogénica (EPEC) en un 10,9% y *E. coli* enteroagregativa (EAEC) en un 9,9% como principales patotipos⁷.

En el Perú el primer caso de *E. coli* enterohemorrágica fue reportada hace 19 años (2001), en el laboratorio referencial de Tacna de muestra de heces de un niño de 11 meses y confirmada por el Instituto Nacional de Salud⁸.

Ante esta problemática a nivel local y mundial que presenta esta bacteria, se expone una situación que requiere de inmediata acción para frenar la resistencia bacteriana y encontrar alternativas de tratamiento para combatirla, lo que pone de manifiesto el interés de la presente investigación.

Los fundamentos teóricos sobre las variables en los que se basa la investigación se detallan a continuación:

Ricinus communis, es una planta perteneciente a la familia de Euphorbiaceae, originaria del este y noreste de África y el Medio Oriente habiéndose extendido por los trópicos hasta Hawai, Sudáfrica, Australia y las Islas Galápagos, convirtiéndose incluso en una planta invasora⁹.

Esta planta es usada en la India para diversos fines terapéuticos, así como también es fuente de muchos productos agroquímicos y para la elaboración del aceite de ricino.

Los extractos etéreos presentan efectos antiinflamatorios observándose efectos contra la artritis inducida en ratas, así como también es eficaz contra las quemaduras, úlceras, entre otros¹⁰.

Por otro lado, *Escherichia coli* es una bacteria común en la flora intestinal del humano y animales de sangre caliente, generalmente inofensivas, pero existen algunos tipos como la *E. coli* productora de toxica Shiga que puede producir graves enfermedades e incluso llevar a la muerte; este tipo de microorganismo comúnmente se transmite en los alimentos como carne, frutas, verduras, leche cruda y semillas contaminadas¹¹.

Este tipo de bacterias se divide en 6 patotipos que son la *Escherichia coli* enteropatógena, *Escherichia coli* productora de toxina shiga (STEC), *Escherichia coli* enterotoxigénica (ETEC), *Escherichia coli* enteroinvasiva (EIEC), *Escherichia coli* enteroagregativa (EAEC) y *Escherichia coli* difusamente adherente (DAEC)¹².

Al igual que otros tipos de enterobacterias como *Klebsiella pneumoniae*, la *Escherichia coli* presenta resistencia bacteriana a antibióticos de amplio espectro como las Cefalosporinas de 3era. generación y al Aztreonam, debido a un mecanismo de adaptación, produciendo “betalactamasas de espectro extendido”, esto también representa una dificultad al momento de su identificación ya que es muy difícil¹³.

Los antecedentes que presenta el estudio son los producidos por Leon J. ⁽¹⁰⁾ quien realizó un estudio fitoquímico y antiinflamatorio de las hojas de Higuierilla, los principales fitoconstituyentes se determinaron por análisis cromatográfico, los resultados mostraron que el extracto redujo la inflamación en un 15% a un $p < 0.05$, determinando así el efecto antiinflamatorio de la planta.

Figuerola Y. ¹⁴ comparó la actividad antimicrobiana de *Raphanus sativus* con ciprofloxacino sobre *Escherichia coli* y demostró que a una concentración de 75% del extracto existe efecto inhibitor de la planta.

Naz R.¹⁵ determinó el potencial efecto antibacteriano de *Ricinus communis* en diferentes solventes contra cepas bacterianas y fúngicas, los resultados mostraron que los extractos de hojas de metanol son más activos contra *Bacillus subtilis*,

Staphylococcus aureus, *Pseudomonas aeruginosa* y *Klebsiella pneumoniae* que los extractos de etanol y acuosos.

Suurbar J., et al.¹⁶ determinó el efecto antifúngico y antibacteriano de diferentes extractos de las hojas de *Ricinus communis*, demostrando que los extractos acuosos, etanólicos y metanólicos poseen efecto antibacteriano contra *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae* y *Candida albicans*

Fagundez V., et al.¹⁷ en su estudio determinó la actividad antibacteriana del dentífrico basado en *Ricinus communis* contra cepas de *Escherichia coli*, *S. mutans*, *S. aureus* y *E. faecalis*, elaboraron pastas dentales a concentraciones de 1%, 2%, 5%, y 10%. El estudio concluyó que las pastas dentales elaboradas a base de *Ricinus communis* poseen efecto antibacteriano tienen un efecto similar a las pastas del mercado.

Abdulla M. et al.¹⁸ en su estudio encontraron numerosos compuestos en la semilla de *Ricinus communis* entre ellos dos proteínas con un peso de 14 y 200 kDa, así mismo, esta semilla demostró presentar efecto antibacteriano contra *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Staphylococcus aureus* con concentración mínima inhibitoria (CMI) sobre estas de 250, 125 y 62,5 µg/ml, respectivamente.

Ante tal situación que se muestra con respecto *Escherichia coli* y a la falta de un tratamiento farmacológico eficaz que se viene observando producido por el incremento de la resistencia a los antibióticos, que complican aún más el tratamiento de las infecciones por *E. coli*, convirtiéndose en un gran riesgo para la salud; el presente proyecto busca demostrar las propiedades de la planta *Ricinus communis* (higuerilla) de amplio conocimiento por las personas de nuestra localidad, contra *Escherichia coli*, convirtiéndose en una propuesta de alternativa para contrarrestar la actual situación con respecto a las infecciones por *Escherichia coli*, esta propuesta también se plantea debido a la falta de estudios que demuestren o rechacen su actividad antibacteriana de manera concluyente en la planta en estudio.

Los resultados que muestre esta investigación sean estos positivos o negativos y su posterior divulgación como tesis permitirán a los estudiantes y profesionales tener una

herramienta que permita enriquecer el conocimiento en la aplicación de medicina complementaria alternativa por parte de la comunidad. Servirá como fuente de información ante la efectividad de la Higuierilla contra la bacteria *E. coli* y futuras presentaciones farmacéuticas.

Así mismo, en la presente investigación se planteo el objetivo siguiente: Determinar la actividad antibacteriana in vitro del extracto etanólico de *Ricinus communis* (higuierilla) contra *Escherichia coli*, ser formuló los siguientes objetivos específicos:

- Determinar la actividad antibacteriana in vitro del extracto etanólico al 100 % de *Ricinus communis* L. (higuierilla) contra *Escherichia coli*
- Determinar la actividad antibacteriana in vitro del extracto etanólico al 75 % de *Ricinus communis* L. (higuierilla) contra *Escherichia coli*
- Determinar la actividad antibacteriana in vitro del extracto etanólico al 50 % de *Ricinus communis* L. (higuierilla) contra *Escherichia coli*
- Determinar la actividad antibacteriana in vitro del extracto etanólico al 25 % de *Ricinus communis* L. (higuierilla) contra *Escherichia coli*
- Comparar la actividad antibacteriana in vitro frente a *Escherichia coli* del extracto etanólico de *Ricinus communis* L. (higuierilla) a diferentes concentraciones con ciprofloxacino

Así mismo, se planteó la hipótesis siguiente, el extracto etanólico de las hojas de *Ricinus communis* (higuierilla) posee actividad antibacteriana *in vitro* contra *Escherichia coli* planteandose las siguientes hipótesis específicas :

- El extracto etanólico al 100 % de *Ricinus communis* L. (higuierilla) presenta actividad antibacteriana in vitro del contra *Escherichia coli*
- El extracto etanólico al 75 % de *Ricinus communis* L. (higuierilla) presenta actividad antibacteriana in vitro del contra *Escherichia coli*
- El extracto etanólico al 50 % de *Ricinus communis* L. (higuierilla) presenta actividad antibacteriana in vitro del contra *Escherichia coli*

- El extracto etanólico al 25 % de *Ricinus communis* L. (higuerilla) presenta actividad antibacteriana in vitro del contra *Escherichia coli*
- El extracto etanólico a diferentes concentraciones de *Ricinus communis* L. (higuerilla) presenta mayor actividad antibacteriana in vitro contra *Escherichia coli* que el ciprofloxacino.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Enfoque y diseño de la investigación

El enfoque de la investigación es cuantitativo con diseño experimental ⁽¹⁶⁾.

Explicativo: Buscar interpretar experiencias o teorías el efecto antibacteriano de *Ricinus communis* “higuerilla”

Analítico: Porque el estudio establece una relación entre la muestra vegetal y el efecto antibacteriano.

G ₁	X ₁	O ₁
G ₂	X ₂	O ₂
G ₃	X ₃	O ₃
G ₄	X ₄	O ₄
G ₅	-	O ₅
G ₆	+	O ₆

G₁, G₂, G₃, G₄, G₅ y G₆: Grupos de cepas de *Escherichia coli*

X₁: Tratamiento con extracto etanólico 25% de *Ricinus communis* “higuerilla”

X₂: Tratamiento con extracto etanólico 50% de *Ricinus communis* “higuerilla”

X₃: Tratamiento con extracto etanólico 75% de *Ricinus communis* “higuerilla”

X₄: Tratamiento con extracto etanólico 100% de *Ricinus communis* “higuerilla”

- : Control negativo

+ : Control positivo

O₁, O₂, O₃, O₄, O₅ y O₆: Efecto observado.

2.2 Población, muestra y muestreo

Población: La población de estudio estuvo conformada por *Ricinus communis* (higuerilla) obtenida del distrito de Lalaquíz, provincia de Huancabamba del departamento de Piura, ubicado a 5°12'15.7" de latitud Sur y 79°39'04.2" de longitud Oeste a una altitud de 980 m.s.n.m.

Muestra: Fue el extracto etanólico obtenido de 1200g de *Ricinus communis* (higuerilla) la cual fue identificada por un profesional especialista, quien brindó la constancia taxonómica respectiva (anexo C)

Muestreo: La técnica de muestreo fue probabilística por conveniencia

La muestra vegetal fue recolectada, secada a temperatura ambiente y luego en estufa por 5 horas, posteriormente se procedió al triturado y pulverización en un molino eléctrico de mano para luego ser tamizada.

Con respecto a la unidad de análisis se emplearon cepas de *Escherichia coli* ATCC 25922 certificadas (Anexo D)

1.3 Variables de investigación

En el siguiente estudio se presentará como variable principal el efecto antibacteriano sobre *Escherichia coli*, como nuevas oportunidades de tratamiento, es una variable cuantitativa y su escala de medición es longitudinal.

Variable independiente: Extracto etanólico de *Ricinus communis* (higuerilla)

Definición conceptual: Metabolitos de la planta obtenidos con solvente polar el cual contienen las propiedades medicinales de la planta.

Definición operacional: Extracto elaborado por maceración en frío.

Variable dependiente: Efecto antibacteriano sobre *E. coli*

Definición conceptual: El efecto antibacteriano es la acción o actividad de una sustancia que impide o evita el crecimiento de las bacterias⁽¹⁷⁾.

Definición operacional: Diámetro del halo de inhibición

2.4 Técnica e instrumentos de recolección de datos

EXTRACCIÓN ALCOHÓLICA: Extracto obtenido mediante la maceración al exponer la planta o plantas a etanol durante un tiempo determinado, con filtrado o purificación posterior, conteniendo los principios activos de la planta.

DIFUSIÓN EN AGAR (KIRBY - BAUER): Técnica empleada para determinar generalmente el efecto antibacteriano mediante el uso de discos de papel impregnados con la sustancia bactericida, el tamaño del halo de la inhibición que producen estos discos nos permite evaluar el efecto antibacteriano.

2.5 Plan de recolección de datos

2.5.1. Autorización y coordinaciones previas para la recolección de datos

Las especies vegetales fueron recolectadas previo permiso respectivo con el dueño el terreno para acceder a la zona de cultivo de la especie vegetal, así mismo, se solicitó la adquisición de las cepas ATCC.

2.5.2. Reactivación de la cepa de *Escherichia coli*:

Para la reactivación de la cepa de *Escherichia coli* se procedió de acuerdo a los procedimientos establecidos por el proveedor, manteniéndose en TSA para posteriormente preparar las diluciones a ensayar.

2.5.3. Sembrado en placa de cepa de *Escherichia coli*:

Se obtuvo la colonia de la placa anterior y diluyó en 10ml de solución salina fisiológica hasta obtener la concentración bacteriana igual al 0.5 en la escala de McFarland.

De esta solución bacteriana se procedió a realizar el sembrado con hisopo estéril en cada placa a trabajar

2.5.4. Determinación del efecto antibacteriano del extracto alcohólico de *Ricinus communis* (Higuerilla)

a) Con un sacabocado se realizó 4 pozos en y en cada pozo se distribuyó de la manera siguiente ⁽¹³⁾:

- 1 pozo con 20uL de alcohol etílico 96% (control negativo).
- 1 pozo con 20uL de alcohol agua destilada (control negativo).
- 4 pozos con 20uL de extracto etanólico de ***Ricinus communis*** al 25%, 50%, 75% y 100%

- b) Las muestras se incubarán por 24 horas a 37°C
- c) Luego de esto se procedió a tomar las medidas directas de los halos de inhibición formados alrededor del pozo.

2.6. Métodos de análisis estadísticos

Los datos obtenidos fueron analizados mediante estadística descriptiva de tendencia central y dispersión para cada variable, así mismo, se empleó la estadística inferencial mediante las pruebas T-student, Dunnett y ANOVA. El nivel de significancia fue del 0.05.

2.7 Aspectos éticos

Principio de no maleficencia

El estudio cumplió a cabalidad el principio evitando producir daño o disminuirlo bajo cualquier circunstancia, en tal sentido, todo material biocontaminado fue previamente esterilizado cumpliendo las normas de bioseguridad en el laboratorio.

III. RESULTADOS

Tabla 1. Estadística descriptiva para los distintos tratamientos del extracto etanólico de *Ricinus communis* "Higuerilla" frente a *Escherichia coli*

Diámetro de halo de inhibición

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Extracto Etanólico de Higuerilla (25%)	30	10,62	0,34	0,06	10,50	10,75	10,0	11,1
Extracto Etanólico de Higuerilla (50%)	30	13,44	0,27	0,05	13,34	13,54	12,7	14,0
Extracto Etanólico de Higuerilla (75%)	30	15,94	0,37	0,07	15,80	16,08	15,4	16,6
Extracto Etanólico de Higuerilla (100%)	30	17,54	0,28	0,05	17,44	17,65	16,8	18,0

Fuente: Análisis obtenido mediante SPSS versión 26

La tabla 1 observa el análisis estadístico descriptivo de tendencia central y medidas de dispersión realizado a los datos obtenidos de los diámetros de los halos de inhibición producidos por los extractos etanólicos de *Ricinus communis* "Higuerilla" frente a *Escherichia coli*, el extracto etanólico al 25% presentó un halo de inhibición promedio de 10,62mm \pm 0.06, al 50% presentó un halo de inhibición promedio de 13,44mm \pm 0.05, al 75% presentó un halo de inhibición promedio de 15,94mm \pm 0.07, y al 100% presentó un halo de inhibición promedio de 17,54mm \pm 0.05.

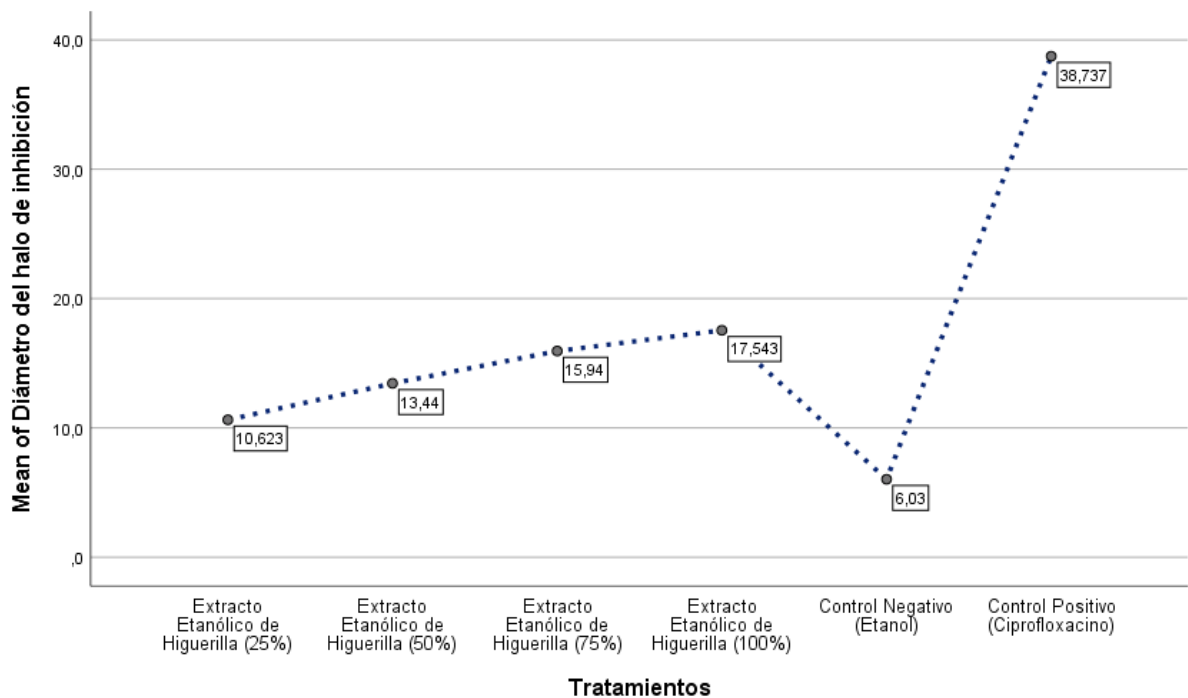
Tabla 2. Estadística descriptiva para los tratamientos de los grupos control frente a *Escherichia coli*

Diámetro del halo de inhibición

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Control Negativo (Etanol)	30	6,030	0,0651	0,0119	6,006	6,054	6,0	6,2
Control Positivo (Ciprofloxacino)	30	38,737	0,4106	0,0750	38,583	38,890	37,9	39,8

Fuente: Análisis obtenido mediante SPSS versión 26

La tabla 2 se muestran el análisis estadístico descriptivo de tendencia central y medidas de dispersión realizado a los datos obtenidos de los diámetros de los halos de inhibición producidos por los grupos control negativo (Etanol) con un halo de inhibición promedio de 6,03mm \pm 0.01 y control positivo (Ciprofloxacino) con un halo de inhibición promedio de 38,74mm \pm 0.07. No se observó inhibición aparente por parte del control negativo, el ciprofloxacino mostró elevado efecto antibacteriano contra *Escherichia coli*.



Fuente: SPSS versión 26

Figura 1. Comportamiento según diámetro del halo de inhibición formados por los tratamientos experimentales y control frente a *Candida albicans*

En La figura 1 se puede apreciar el diámetro creciente que forman los extractos etanólicos de *Ricinus communis* "Higuierilla" frente a *Escherichia coli*, según aumenta la concentración de estos, todas las concentraciones muestras medias superiores al control negativo pero inferiores al control positivo empleado.

Contraste de Hipótesis:

H₁: El grupo de datos analizados no presentan una distribución normal.

H₀: El grupo de datos analizados presenta una distribución normal.

Tabla 3. Prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov corregida por Lilliefors para cada tratamiento

	Tratamientos	Kolmogorov-Smirnov ^a		
		Statistic	df	p-valor
Diámetro del halo de inhibición	Extracto Etanólico de Higuierilla (25%)	0,131	30	0,200*
	Extracto Etanólico de Higuierilla (50%)	0,178	30	0,160
	Extracto Etanólico de Higuierilla (75%)	0,141	30	0,134
	Extracto Etanólico de Higuierilla (100%)	0,121	30	0,200*
	Control Negativo (Etanol)	0,477	30	0,001
	Control Positivo (ciprofloxacino)	0,202	30	0,130

Fuente: Análisis obtenido mediante SPSS versión 26

La tabla 3 mediante la prueba de distribución normal de Kolmogorov-Smirnov, se determina si los datos se distribución normalmente, en todos los grupos de estudio se observa un p-valor superior al nivel de significancia alfa de 0.05, excepto en el grupo control negativo. Por lo tanto, se afirma que todos los grupos excepto el grupo control negativo tienen una distribución normal.

Hipótesis de contraste de hipótesis:

H₁: Los datos analizados no presentan varianzas homogéneas.

H₀: Los datos analizados presentan varianzas homogéneas.

Tabla 4. Prueba de homogeneidad de varianzas por grupos

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Diámetro del halo de inhibición	Based on Mean	2,452	4	145	0,049
	Based on Median	2,109	4	145	0,083
	Based on Median and with adjusted df	2,109	4	123,416	0,084
	Based on trimmed mean	2,367	4	145	0,055

Fuente: Análisis obtenido mediante SPSS versión 26

La tabla 4 se analizaron los datos de los grupos de tratamientos y el grupo control positivo, el grupo control negativo fue excluido por no presentar distribución normal, se observa un p-valor para cada grupo de datos superior al nivel de significancia alfa = 0.05, por lo tanto, se afirma que los datos presentan varianzas homogéneas

Hipótesis de contraste de hipótesis:

H₁: Existe diferencia significativa entre las medias de al menos un grupo de datos analizados.

H₀: No existe diferencia significativa en las medias de los grupos de datos analizados.

Tabla 5. Análisis de la varianza para las variables de estudio

ANOVA					
Diámetro del halo de inhibición					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p-valor
Between Groups	15053,227	4	3763,307	32556,500	0,000
Within Groups	16,761	145	0,116		
Total	15069,988	149			

Fuente: Análisis obtenido mediante SPSS versión 26

En la tabla 5 se muestra el análisis de la varianza (ANOVA) realizado a los grupos de datos menos el grupo control negativo, se observa un p-valor de 0.00, menos al alfa de 0.05 por lo tanto se decide rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna que afirma que Existe diferencia significativa entre las medias de al menos un grupo de datos analizados.

Tabla 6. Análisis por sub grupos homogéneos - prueba de Tukey

Diámetro del halo de inhibición

Tukey HSD^a

Tratamientos	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
Extracto Etanólico de Higuierilla (25%)	30	10,623				
Extracto Etanólico de Higuierilla (50%)	30		13,440			
Extracto Etanólico de Higuierilla (75%)	30			15,940		
Extracto Etanólico de Higuierilla (100%)	30				17,543	
Control Positivo (Ciprofloxacino)	30					38,737
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30,000.

En la tabla 6 se presenta el análisis de la prueba de Tukey por sub grupos homogéneos, esta prueba nos permite determinar las diferencias en grupos emparejados para determinar diferencia significativa en sus medias, la prueba logró determinar que ningún grupo es similar, dicho de otro modos existe en todos los grupos analizados diferencias significativa en sus medias.

IV. DISCUSIÓN

4.1. Discusión

La *Escherichia coli* es una bacteria productora de β -lactamasa la cual se ha convertido en un problema clínico constante como otras de su tipo por la resistencia bacteriana que produce, tal situación ha motivado el uso de agentes microbianos de origen natural por su seguridad y eficacia. *Ricinus communis* “Higuerilla” es una planta que ha sido utilizada para tratar infecciones de heridas, candidiasis y otras enfermedades de la piel a nivel local de manera tradicional.

En la tabla 1 podemos apreciar el efecto antibacteriano sobre *Escherichia coli* según los diámetros promedio obtenidos por los extractos etanólicos de *Ricinus communis* “Higuerilla” al 25%, 50%, 75% y 100% con $10.62\text{mm} \pm 0.06$, $13.44\text{mm} \pm 0.05$, $15.94\text{mm} \pm 0.06$ y $17.54\text{mm} \pm 0.05$ respectivamente, se observa mayor efecto antibacteriano a mayores concentraciones del extracto, así mismo, en la tabla en mención se obtiene la estadística descriptiva de los datos analizados de cada grupo de tratamiento. La tabla 2 nos muestra de igual manera, el análisis de los datos mediante la estadística descriptiva de los grupos control negativo (etanol) y positivo (ciprofloxacino) con halos de inhibición de $6.03\text{mm} \pm 0.01$ y $38.74\text{mm} \pm 0.07$ respectivamente.

El estudio realizado por Naz R (2015) sobre el extracto metanólico de hojas demostró una actividad antibacteriana máxima de 20.7mm en comparación con los extractos etanólicos y acuosos contra *S. aureus* y la actividad más baja fue contra *P. aeruginosa* y *K. pneumoniae* (18mm). El extracto etanólico de la hoja mostró zona máxima de inhibición de 18mm contra *S. aureus* y *B. subtilis*, mostró zona de inhibición de 16.3mm contra *P. aeruginosa* y de 14.3mm contra *K. pneumoniae*. Los resultados mostraron en el estudio son similares a los encontrados en el nuestro hay que considerar que la variación en el efecto antibacteriano mostrado con el tamaño del halo de inhibición puede deberse a la cantidad del extracto usado en cada pozo, la concentración del extracto y el tipo de bacteria.

Del mismo modo, Suurbaar J. (2017) utilizando una concentración de 50 mg/ml del extracto metanólico crudo de *Ricinus communis* mostró una actividad inhibidora

apreciablemente contra todas las bacterias utilizadas en esta investigación, las zonas de inhibición observadas fueron $20\text{mm} \pm 2,82$, $20\text{mm} \pm 0,71$, $21\text{mm} \pm 2,12$ y $24\text{mm} \pm 1,41$ (mm) para *E. coli*, *S. aureus*, *P. aeruginosa* y *K. pneumoniae* respectivamente, de igual forma los resultados obtenidos por este investigador muestran correspondencia con los nuestros con respecto a *Escherichia*, donde presentó halo de inhibición de 17.54mm hay que considerar el factor de variación del solvente empleado, al parecer el metanol extrae mejor los compuestos activos de la planta.

El mismo estudio realizó un análisis fitoquímico de los diferentes extractos foliares con distintos extractos, acuoso, metanol y etanol y mostraron presencia de taninos, saponinas, terpenoides y flavonoides. El éter de petróleo y el acetato de etilo estaban desprovistos de taninos y flavonoides, lo que probablemente provocó una baja actividad inhibidora contra los patógenos. La mayoría de estos fitoquímicos son la base de las propiedades medicinales de las plantas y, en la actualidad, son los materiales de partida para la producción de nuevos fármacos¹⁶.

Por consiguiente, la alta actividad antibacteriana del extracto metanólico y etanólico puede deberse a la presencia de una gran cantidad de taninos, flavonoides y terpenoides. Los taninos y los flavonoides poseen un mecanismo similar al proporcionar una fuente de radicales libres estable y también forman un complejo con los aminoácidos nucleofílicos en la proteína, lo que lleva a la inactivación de la proteína y a la pérdida de función, su efecto antimicrobiano potencial es grande ya que probablemente se dirigen a las células microbianas de la superficie como las adhesinas expuestas, polipéptidos de la pared celular y enzimas unidas a la membrana¹⁹. Los terpenoides sirven para disolver la pared celular de los microorganismos al debilitar el tejido membranoso. Las saponinas tienen la capacidad de provocar una fuga de proteínas y ciertas enzimas de la célula²⁰.

Por otro lado, el estudio de Fagundez V. (2015) al evaluar la actividad antimicrobiana de un dentífrico experimental para higiene de dentaduras postizas, basado en aceite de *Ricinus communis* frente a cepas de *Escherichia coli*, no fue inhibida, resultados que se mostrarían contradictorios al reconocer la efectividad mediante los estudios mencionados y el nuestro, pero hay que mencionar que se considera en el estudio de

Fagundez V. el aceite de la especie vegetal y una formulación farmacéutica a diferencia del nuestro.

El comportamiento según el diámetro del halo de inhibición formados por los tratamientos experimentales y grupos control se puede observar en la figura 1, donde se aprecia un comportamiento lineal del efecto antibacteriano sobre *Escherichia coli* en relación a la concentración del extracto etanólico de *Ricinus communis* "Higuerilla", se observa también diferencia significativa del grupo control negativo y positivo con el tamaño del halo de inhibición de los extractos.

La diferencia entre los grupos de datos se determinó mediante la prueba de hipótesis previa confirmación de la distribución normal de los datos con la prueba de Kolmogorov-Smirnov modificada por Lilliefors mostrada en la tabla 3, donde se demostró distribución normal en todos los datos de los grupos excepto el control negativo. La prueba de Levene nos permite determinar la homogeneidad de las varianzas, en la tabla 4 se aprecia esta prueba la cual muestra p-valor superiores al nivel de significancia $\alpha=0.05$ lo que nos permite confirmar la existencia de distribución homogénea en los datos analizados.

La prueba del ANOVA nos permitió confirmar diferencias significativas con respecto a la media de los halos de inhibición obtenidos en cada grupo, se obtuvo un p-valor menor al nivel de significancia establecido en el estudio, por lo tanto, se confirma que existe diferencia significativa en al menos uno de los grupos analizados, bajo este criterio se procedió a determinar cuál de los grupos presentan diferencias significativas mediante la prueba de Tukey por sub grupos homogéneos, mostrado en la tabla 6, dicha prueba encontró diferencias significativas en la media de todos los grupos muestrales demostrando que existe un efecto antibacteriano creciente en los extractos etanólicos a todas las concentraciones analizadas, pero no existe ningún extracto que se compare en efectividad al control positivo.

Según la escala de Durraffourd (anexo D), *Escherichia coli* es **sensible** a los extractos etanólicos de *Ricinus communis* "Higuerilla" al 25% y 50% y se presenta **muy sensible** a los extractos al 75% y 100%

4.2. Conclusiones

- Se determino la actividad antibacteriana in vitro del extracto etanólico al 100 % de *Ricinus communis* L. (higuerilla) contra *Escherichia coli* con halo de inhibición promedio de 17.54mm
- Se determino actividad antibacteriana in vitro del extracto etanólico al 75 % de *Ricinus communis* L. (higuerilla) contra *Escherichia coli* con halo de inhibición promedio de 15.94mm
- Se determino actividad antibacteriana in vitro del extracto etanólico al 50 % de *Ricinus communis* L. (higuerilla) contra *Escherichia coli* con halo de inhibición promedio de 13.44mm
- Se determino actividad antibacteriana in vitro del extracto etanólico al 25 % de *Ricinus communis* L. (higuerilla) contra *Escherichia coli* con halo de inhibición promedio de 10.22mm
- La actividad antibacteriana in vitro frente a *Escherichia coli* del extracto etanólico de *Ricinus communis* L. (higuerilla) a diferentes concentraciones fue menor que el ciprofloxacino

4.3. Recomendaciones

- Se recomienda a futuros tesisistas la búsqueda de alternativas de tratamiento a base de plantas medicinales que ayuden a combatir el tema de la resistencia bacteriana y disminuyan los efectos adversos.
- La población debe retomar el uso de plantas medicinales en los tratamientos ambulatorios que ayuden a prevenir o curar patologías iniciales.
- Las instituciones de salud deben buscar alternativas de tratamiento en las plantas medicinales promoviendo el uso complementarios con este tipo de plantas que demuestran eficacia antibacteriana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. OMS | Enfermedades infecciosas [Internet]. [citado 24 de noviembre de 2020]. Disponible en: https://www.who.int/topics/infectious_diseases/es/
2. OMS | Brotes de origen alimentario: gestión de los riesgos. WHO. 2013;
3. Informe de la OMS/FAO sobre la evaluación del riesgo de E.coli productora de toxina Shiga | Higiene Ambiental [Internet]. [citado 24 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://higieneambiental.com/higiene-alimentaria/informe-de-la-omsfao-sobre-la-evaluacion-del-riesgo-de-ecoli-productora-de-toxina-shiga>
4. Organización Panamericana de la Salud. Día Mundial de la Salud [Internet]. PAHO. 2015 [citado 24 de noviembre de 2020]. Disponible en: https://www.paho.org/nic/index.php?option=com_docman&view=download&category_slug=datos-y-estadisticas&alias=694-boletin-informativo-sobre-inocuidad-de-los-alimentos&Itemid=235
5. Gómez O. Enfermedad diarreica aguda por Escherichia coli enteropatógenas. Rev Chil Infectología [Internet]. 2015;7. Disponible en: http://uv.unicauca.edu.co/Documentos2010/DptoMedInt/Infecciones_intestinales.pdf
6. 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. Rev Peru Med Exp Salud Publica [Internet]. 23 de septiembre de 2019 [citado 5 de junio de 2020];36(3):459. Disponible en: <https://rpmesp.ins.gob.pe/index.php/rpmesp/article/view/4366>
7. Ochoa TJ, Mercado EH, Durand D, Rivera FP, Mosquito S, Contreras C, et al. Frecuencia de Patotipos de Escherichia coli diarrogénica en niños peruanos con y sin diarrea. Rev Peru Med Exp Salud Publica. 2011;28(1):13-20.
8. Primer Aislamiento de E. Coli en el Peru [Internet]. [citado 24 de noviembre de 2020]. Disponible en:

https://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/medicina_experimental/v18_n1-2/aislamiento_escherichia.htm

9. Wolfgang S. Ants, constipation, murder and the seeds of *Ricinus communis* [Internet]. Royal Botanic Garden. 2016 [citado 24 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://www.kew.org/read-and-watch/ants-constipation-murder-and-seeds-ricinus-communis>
10. Of I, Fungi E, Activity TA. Isolation and Identification of endophytic fungi from *Ricinus communis* Linn. and their antibacterial activity. 2016;4(3):611-8.
11. FAO. Prevención de la E.coli en los alimentos. El Marco Gestión Cris para la Cadena Aliment [Internet]. 2011;4-13. Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/agns/pdf/Preventing_Ecoli_es.pdf
12. Rojas N, Chaves E, García F. Bacteriología diagnóstica. Universidad de Costa Rica. Costa Rica: Facultad de Microbiología; 2015.
13. Bartua J, Berenguer M. NTP 143: Pesticidas: clasificación y riesgos principales Pesticides: Classification and hazards Pesticides: Classification et risques Redactores [Internet]. 2010 [citado 5 de marzo de 2019]. Disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/101a200/ntp_143.pdf
14. Figuerola Y. Efecto antibacteriano del extracto etanólico de *Raphanus sativus* sobre *Escherichia coli* cepa ATCC 25922 comparado con ciprofloxacino. Vol. 0, Universidad Cesar Vallejo. 2018.
15. Naz R. y Bano A. Antimicrobial potential of *Ricinus communis* leaf extracts in different solvents against pathogenic bacterial and fungal strains - PubMed [Internet]. Asian Pac J Trop Biomed. 2015 [citado 31 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23593573/>
16. SuurbaarJ. et al. Antibacterial and antifungal activities and phytochemical profile of leaf extract from different extractants of *Ricinus communis* against selected pathogens [Internet]. Revista BMS. 2017 [citado 31 de octubre de

- 2020]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5709865/>
17. Fagundes V. et al. In vitro antimicrobial activity of an experimental dentifrice based on *Ricinus Communis*. *Braz Dent J*. 2015;25(3):191-6.
 18. Al-Mamun MA, Akter Z, Uddin MJ, Ferdous KMK, Hoque KMF, Ferdousi Z, et al. Characterization and evaluation of antibacterial and antiproliferative activities of crude protein extracts isolated from the seed of *Ricinus communis* in Bangladesh. *BMC Complement Altern Med* [Internet]. 2016;16(1):1-10. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s12906-016-1185-y>
 19. Stern JL, Hagerman AE, Steinberg PD, Mason PK. Phlorotannin-protein interactions. *J Chem Ecol* [Internet]. 1996 [citado 11 de febrero de 2021];22(10):1877-99. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24227114/>
 20. Hernández NE, Tereschuk ML, Abdala LR. Antimicrobial activity of flavonoids in medicinal plants from Tafi del Valle (Tucuman, Argentina). *J Ethnopharmacol* [Internet]. 2000 [citado 11 de febrero de 2021];73(1-2):317-22. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11025172/>

ANEXOS

Anexo A. Operacionalización de las variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	TIPO	ESCALA	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA/PUNTO DE CORTE
Extracto etanólico de <i>Ricinus communis</i> (higuerilla)	Concentración	Cuantitativo	Ordinal	100%	Porcentaje
				75%	
				50%	
VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	TIPO	ESCALA	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA/PUNTO DE CORTE
Efecto antibacteriano sobre <i>E. coli</i>	Halo de inhibición	Cuantitativo	Ordinal	Nula Sensible Medio Muy sensible	≤ 8mm 8mm a 14mm 15mm a 20mm > a 20mm

Anexo B. Instrumentos de recolección de datos

**Actividad antibacteriana del extracto etanólico de *Ricinus communis* L.
(HIGUERILLA) FRENTE A *Escherichia coli***

Placa	Extracto Etanólico					
	Control (-)	Control (+)	25% (mm)	50% (mm)	75% (mm)	100% (mm)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						

Anexo C. Clasificación Taxonómica

"Año de la Universalización de la Salud"

CONSTANCIA DE IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA

La Bióloga Rocio del Pilar Sarmiento Castro con colegiatura del Colegio de Biólogos del Perú Nro. 6315 deja constancia que:

La muestra botánica recibida de los bachilleres Clarivel Mejía Marín y Bersabe Coello Neyra, quienes realizan una investigación en la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad María Auxiliadora – San Juan de Lurigancho; ha sido estudiada e identificada como: *Ricinus communis* L. (**Higuerilla**) y tiene la siguiente posición taxonómica según el sistema de clasificación APG III (Angiosperm Phylogeny Group).

Clase: Equisetopsida

Orden: Malpighiales Juss. ex Bercht. & J. Presl

Familia: Euphorbiaceae Juss

Género: Ricinus L.

Especie: *Ricinus communis* L.

Nombre vulgar: "Higuerilla"

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada para los fines que considere pertinente.




Lambayeque, 23 de octubre del 2020

 
Bigo. Rocio Sarmiento Castro
C.B.P. 6315

Anexo D. Certificado de análisis de la cepa *Escherichia coli* ATCC



Certificate of Analysis: Lyophilized Microorganism Specification and Performance Upon Release

Specifications Microorganism Name: <i>Escherichia coli</i> Catalog Number: 0335 Lot Number: 335-506** Reference Number: ATCC® 25922™* Purity: Pure Passage from Reference: 3	Expiration Date: 2022/3/31 Release Information: Quality Control Technologist: Mary L Bowman Release Date: 2020/4/8
Performance	
Macroscopic Features: 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 Microscopic Features: Gram negative straight rod	Medium: SBAP Method: Gram Stain (1)
ID System: MALDI-TOF (1) See attached ID System results document.	Other Features/ Challenges: Results (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 <div style="text-align: right;">  Amanda Kuperus Quality Control Manager AUTHORIZED SIGNATURE </div>
<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>	
 ACCREDITED REFERENCE MATERIAL PRODUCER CERT #2659.02	(*) The ATCC Licensed Derivative Emblem, the ATCC Licensed Derivative word mark and the ATCC catalog marks are trademarks of ATCC, Microbiologics, Inc. is licensed to use these trademarks and to sell products derived from ATCC® cultures.
	(1) These tests are accredited to ISO/IEC 17025:2005.
 ACCREDITED TESTING CERT #2655.01	

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)	High consistency: 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)	Low consistency: 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)	No consistency: The requirements for high or low consistency are not met.

Run Creation Date/Time: 2020-03-27T11:51:17.542 KLH

Applied MSP Library(ies): BDAL, Mycobacteria Library (bead method), Filamentous Fungi Library, Listeria

Sample Name	Sample ID	Organism (best match)	Score Value
C7 (+++) (A)	335-508	Escherichia coli	2.55

Comments:

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

Anexo E. Evidencias fotográficas del trabajo de campo



Figura 2. Recolección de la muestra vegetal



Figura 3. Lavado y secado de la muestra vegetal



Figura 4. Secado en estufa de la muestra vegetal



Figura 5. Tamizado y pesado de la muestra vegetal



Figura 6. Preparación del macerado etanólico



Figura 7. Proceso de filtrado



Figura 8. Evaporación del solvente en baño maría.



Figura 9. Activación de la cepa de Escherichia coli ATCC 25922



Figura 10. Preparación del inóculo de trabajo



Figura 11. Sembrado en placas y preparación de los pozos en agar.

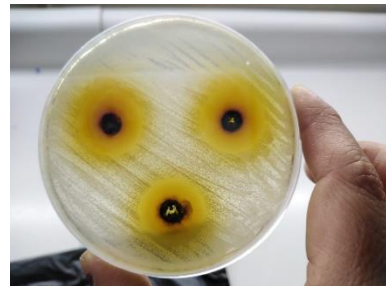
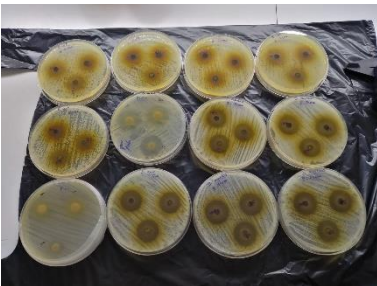


Figura 12. Sembrado en placas y preparación de los pozos en agar.

Anexo F. Recolección de datos

Actividad antibacteriana del extracto etanólico de *Ricinus communis* L. (HIGUERILLA) FRENTE A *Escherichia coli*

Placa	Extracto Etanólico					
	Control (-)	Control (+)	25% (mm)	50% (mm)	75% (mm)	100% (mm)
1	6,0	38,6	11,1	13,7	15,5	18,0
2	6,0	38,3	10,3	13,4	15,9	17,6
3	6,0	38,7	10,4	13,2	16,0	17,9
4	6,1	38,7	10,8	13,3	15,7	17,6
5	6,0	38,5	11,0	13,5	16,5	17,1
6	6,0	39,4	10,8	13,4	15,4	17,3
7	6,0	39,1	10,1	13,5	16,4	17,4
8	6,1	39,5	10,8	14,0	15,6	17,9
9	6,0	38,6	10,5	13,5	15,7	17,5
10	6,0	39,1	10,2	13,3	15,6	17,3
11	6,0	38,4	10,7	13,3	16,5	17,2
12	6,0	38,6	10,6	13,8	16,2	17,7
13	6,2	39,0	10,4	13,3	15,6	17,5
14	6,0	39,1	11,1	13,7	16,0	18,0
15	6,0	37,9	11,1	13,3	16,6	17,4
16	6,2	38,6	10,6	13,4	15,9	17,9
17	6,0	38,7	11,1	13,4	15,7	17,6
18	6,0	38,6	10,0	13,7	16,4	17,2
19	6,0	38,6	10,5	13,2	15,5	17,6
20	6,0	38,7	10,8	13,3	16,3	17,4
21	6,2	38,9	10,0	13,7	16,2	17,6
22	6,0	39,0	11,0	13,5	16,2	16,8
23	6,0	38,7	11,0	13,5	16,3	17,3
24	6,0	38,4	10,5	13,4	15,8	17,6
25	6,0	39,1	10,4	13,0	15,4	17,7
26	6,0	38,1	10,5	13,5	16,4	17,6
27	6,0	39,8	10,8	13,5	16,0	17,7
28	6,1	38,2	10,2	12,7	15,8	18,0
29	6,0	38,7	11,0	14,0	15,5	17,5
30	6,0	38,5	10,4	13,2	15,6	17,4

Anexo G. Escala de Duraffourd

Sensibilidad antibacteriana	Diámetro del halo e inhibición			
	-	+	++	+++
Nula	≤ 8 mm			
Sensible	8–14 mm			
Muy sensible	15-19 mm			
Sumamente sensible	≥ 20 mm			

Elaborada por el investigador