



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR

CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

**DETERMINACIÓN DE *Escherichia coli/coliformes* EN
LECHUGAS EXPENDIDAS EN EL MERCADO 10 DE
AGOSTO DE LA CIUDAD DE CUENCA**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE BIOQUÍMICOS FARMACÉUTICOS**

AUTORES: JENNYFFER CAROLINA TOLEDO SARANGO

KAREN DOMÉNICA TORRES MAÑAY

DIRECTORA: BQF. SILVIA TORRES SEGARRA, Mgs

CUENCA- ECUADOR

2023

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR

CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

DETERMINACIÓN DE *Escherichia coli/coliformes* EN LECHUGAS
EXPENDIDAS EN EL MERCADO 10 DE AGOSTO DE LA CIUDAD
DE CUENCA

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE BIOQUÍMICOS FARMACÉUTICOS**

AUTORES: JENNYFFER CAROLINA TOLEDO SARANGO

KAREN DOMÉNICA TORRES MAÑAY

DIRECTORA: BQF. SILVIA TORRES SEGARRA, Mgs

CUENCA- ECUADOR

2023

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



Declaratoria de Autoría y Responsabilidad

Jennyffer Carolina Toledo Sarango portador(a) de la cédula de ciudadanía N.º **1900478452** Declaro ser el autor de la obra: “**Determinación de Escherichia coli/coliformes en lechugas expandidas en el mercado 10 de agosto de la ciudad de Cuenca**”, sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, **28 de julio de 2023**

Jennyffer Carolina Toledo Sarango

C.I. 1900478452



Declaratoria de Autoría y Responsabilidad

Karen Doménica Torres Mañay portador(a) de la cédula de ciudadanía N.º **0105387203** Declaro ser el autor de la obra: “**Determinación de Escherichia coli/coliformes en lechugas expendidas en el mercado 10 de agosto de la ciudad de Cuenca**”, sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, **28 de julio de 2023**

Karen Doménica Torres Mañay

C.I. 0105387203

Certificación del Tutor

Bqf. Silvia Monserrath Torres Segarra, Mgs
**DOCENTE DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR.
CARRERA BIOFARMACIA/BIOQUÍMICA Y FARMACIA**
De mi consideración:

El presente trabajo de titulación denominado **“DETERMINACIÓN DE *Escherichia coli/coliformes* EN LECHUGAS EXPENDIDAS EN EL MERCADO 10 DE AGOSTO DE LA CIUDAD DE CUENCA”**, realizado por **TOLEDO SARANGO JENNYFFER CAROLINA**, ha sido revisado y orientado durante su ejecución, por lo que certifico que el presente documento, fue desarrollado siguiendo los parámetros del método científico, se sujeta a las normas éticas de investigación, por lo que está expedito para su sustentación.

Cuenca, 29 de junio, 2023



SILVIA MONSERRATH
TORRES SEGARRA

.....
Bqf. Torres Segarra Silvia Monserrath, Mgs

C.I.: 0103597225

Bqf. Silvia Monserrath Torres Segarra, Mgs
**DOCENTE DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR.
CARRERA BIOFARMACIA/BIOQUÍMICA Y FARMACIA**
De mi consideración:

El presente trabajo de titulación denominado “**DETERMINACIÓN DE *Escherichia coli/coliformes* EN LECHUGAS EXPENDIDAS EN EL MERCADO 10 DE AGOSTO DE LA CIUDAD DE CUENCA**”, realizado por **TORRES MAÑAY KAREN DOMÉNICA**, ha sido revisado y orientado durante su ejecución, por lo que certifico que el presente documento, fue desarrollado siguiendo los parámetros del método científico, se sujeta a las normas éticas de investigación, por lo que está expedito para su sustentación.

Cuenca, 29 de junio, 2023



SILVIA MONSERRATH
TORRES SEGARRA

.....
Bqf. Torres Segarra Silvia Monserrath, Mgs

C.I.: 0103597225

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis amados padres Cecilia y Jonhson, quienes han sido mi mayor apoyo y guía a lo largo de mi camino académico. Su amor incondicional, sacrificio y aliento constante me han impulsado a superar obstáculos y alcanzar mis metas. A mi querido hijo Matías razón de mi inspiración. A mis adorados hermanos, Javi, Elian y Sofia quienes han sido mis compañeros de aventuras y me han brindado un apoyo inquebrantable en cada etapa de mi vida.

También quiero dedicar este logro a un ser muy especial y que ya no está junto a nosotros a ti Papi Alberto tu recuerdo siempre vivirá en mi corazón. Su espíritu valiente y su amor continúan guiándome, y sé que estaría orgulloso de este logro.

A todos ustedes, querida familia de manera muy especial a mi Pupita, a mis abuelitos Teodoro y Pancha les dedico este logro. Su amor, apoyo y confianza han sido mi fuerza motriz y el mayor regalo que he recibido. Sin ustedes, este camino habría sido mucho más difícil. ¡Gracias por ser parte de mi vida y por celebrar este hito conmigo!"

Jennyffer Toledo

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a mis padres Jorge y Janeth, quienes, con su apoyo, amor, sus ejemplos de perseverancia y constancia me han permitido llegar a cumplir hoy una meta más en mi vida, gracias por inspirar en mí el ejemplo de esfuerzo y dedicación para realizar todo lo que me propongo. A mi hermano Steven por su cariño y apoyo incondicional durante todo este tiempo y por estar conmigo en todo momento, dándome sus positivos consejos, sus palabras de aliento para no decaer y que siguiera adelante para cumplir mis ideales.

Karen Torres

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, deseamos expresar nuestro agradecimiento a la Universidad Católica, específicamente a la carrera de Bioquímica y Farmacia, por brindarnos la oportunidad de adquirir conocimientos y formarnos como profesionales en este campo. La excelencia académica, los recursos y el apoyo brindado por la universidad han sido fundamentales en nuestro desarrollo personal y académico.

Queremos extender nuestra gratitud a todos los docentes que formaron parte de nuestro proceso de aprendizaje. Su dedicación, conocimientos y pasión por enseñar han sido una inspiración constante para vosotras. Gracias a su guía y mentoría, hemos crecido tanto a nivel académico como personal.

Un agradecimiento especial merece nuestra directora de Tesis, BQF Silvia Torres Segarra, Mgs su compromiso, experiencia y orientación fueron invaluable en el desarrollo de este trabajo. Su guía constante, paciencia y apoyo nos ayudaron a superar desafíos y a crecer como investigadoras. Estamos sinceramente agradecidas por su dedicación y por brindarnos la confianza y libertad necesaria para explorar nuevas ideas.

Además, nos gustaría agradecer a nuestros compañeros de estudio, quienes compartieron esta travesía académica. Su colaboración, intercambio de ideas y apoyo mutuo han enriquecido esta experiencia universitaria de manera significativa. Juntos hemos superado obstáculos y celebrados logros, y estamos agradecido/a por tenerlos como parte de mi red de apoyo.

Por último, queremos expresar esta gratitud a nuestra familia y seres queridos. Su amor incondicional, comprensión y aliento constante han sido el motor que nos impulsó a seguir adelante en momentos de desafío. Su apoyo emocional y sacrificio han sido fundamentales para alcanzar este logro.

A todos ustedes, mi universidad, docentes, director de tesis, compañeros y familia, les agradecemos desde lo más profundo de nuestro corazón. Su contribución y apoyo han dejado una huella imborrable en nuestro camino hacia el éxito académico. Este logro no habría sido posible sin su presencia y respaldo. ¡Gracias por creer en nosotras y ser parte de nuestra historia!"

Jennyffer Toledo y Karen Torres

RESUMEN

OBJETIVO: El objetivo de esta investigación fue determinar la cantidad de *E. coli*/coliformes presentes en las lechugas que se venden en el mercado 10 de Agosto de la ciudad de Cuenca.

MATERIALES Y MÉTODOS: El universo estuvo conformado por todos los establecimientos expendedores de lechuga del mercado 10 de Agosto de Cuenca. Se recolectaron 30 muestras para identificación de *E. coli*/coliformes en lechugas en mayo de 2023, para lo cual se utilizaron placas Compact Dry. Así mismo, se cuantificaron las unidades formadoras de colonias de *E. coli*/coliformes en las muestras de lechugas frescas, mediante observación y recuento.

RESULTADOS: En cuanto a la presencia de coliformes totales, se observó un crecimiento positivo en todas las diluciones analizadas, con una proporción más alta en la dilución 1:1000 (86,7% de las muestras); un 13,3% de las muestras de coliformes totales supera el volumen máximo aceptable para el expendio según la Recopilación de Normas Microbiológicas de España. Sin embargo, todas las muestras resultaron negativas para *E. coli*.

CONCLUSIONES: Se determinó la presencia de coliformes totales en las muestras de lechuga, mientras que hubo ausencia de *E. coli*, mediante el uso de placas Compact Dry-EC. Los coliformes estuvieron presentes con un rango del 63,3% al 96,7% en las diferentes diluciones. Un 13,3% de las muestras de coliformes superaron lo permitido en las normas para el consumo humano. Es esencial mantener prácticas de higiene rigurosas y asegurar una manipulación adecuada de los alimentos para reducir la carga de coliformes y proteger la salud de los consumidores.

PALABRAS CLAVE: *Escherichia coli*, enfermedades transmitidas por alimentos, lechuga, higiene alimentaria.

ABSTRACT

AIM: The aim of this research was to determine the presence of *E. coli/coliforms* in lettuce sold at the “10 de Agosto” market in the city of Cuenca.

MATERIALS AND METHODS: The study encompassed all establishments selling lettuce at the 10 de Agosto market in Cuenca. Thirty samples of lettuce were collected in May 2023 for the identification of *E. coli/coliforms*, using Compact Dry plates. The fresh lettuce samples were also quantified for colony-forming units of *E. coli/coliforms* through observation and counting.

RESULTS: Positive growth of total coliforms was observed in all the analyzed dilutions, with a higher proportion in the 1:1000 dilution (86.7% of the samples). Of the total coliform samples, 13.3% exceeded the maximum acceptable level for sale according to the Spanish Compilation of Microbiological Standards. However, all samples tested negative for *E. coli*.

CONCLUSIONS: The presence of total coliforms was detected in the lettuce samples using Compact Dry EC plates, while *E. coli* was absent. The occurrence of coliforms ranged from 63.3% to 96.7% in the different dilutions. A total of 13.3% of the coliform samples exceeded the acceptable standards for human consumption. Maintaining strict hygienic practices and ensuring proper food handling is crucial to reduce the coliform load and protect consumer health.

KEYWORDS: *Escherichia coli*, foodborne diseases, lettuce, food hygiene.

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
ABREVIATURAS.....	6
INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO I	8
PLANTEAMIENTO TEÓRICO	8
I.1.- PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	9
I.2.- JUSTIFICACIÓN.....	10
I.2.1.- Pregunta científica	10
I.3.- OBJETIVOS	11
I.3.1.- Objetivo General	11
I.3.2.- Objetivos Específicos.....	11
I.4.- MARCO TEÓRICO	11
I.4.1.- Antecedentes	11
I.4.2.- Marco referencial	13
I.4.2.1.- Género <i>Escherichia</i>	14
I.4.2.1.1.- Generalidades del género <i>Escherichia</i>	14
I.4.2.1.2.- <i>Escherichia coli</i>	15
I.4.2.1.3.- Toxinas de coliformes y <i>E. coli</i>	15
I.4.2.1.4.- Enzimas de coliformes y <i>E. coli</i>	16
I.4.2.2.- Enfermedades transmitidas por los alimentos (ETAs).....	17

I.4.2.3.- Epidemiología.....	18
I.4.2.4.- Efectos en la salud: Intoxicación con coliformes y <i>E. coli</i>	18
I.4.2.5.- Control y prevención.....	19
I.4.2.6.- Índices epidemiológicos	19
CAPÍTULO II	21
METODOLOGÍA.....	21
II.1.- DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	22
II.2.- POBLACIÓN Y MUESTRA.....	22
II.2.1.- Universo y población.....	23
II.2.2.- Muestreo y muestra	23
II.4.- DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS VARIABLES.....	24
II.5.- PROCEDIMIENTOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	24
II.6.- ASPECTOS ÉTICOS	25
CAPÍTULO III	26
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
III.1.- RESULTADOS	27
III.2.- DISCUSIÓN.....	31
CAPÍTULO IV	35
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	35
IV.1.- CONCLUSIONES.....	36
IV.2.- RECOMENDACIONES	37
BIBLIOGRAFÍA	38
ANEXOS	43
Anexo 1. Autorización de realización de la investigación en el mercado.....	44

Anexo 2. Preparación y esterilización del material de laboratorio.....	45
Anexo 3. Muestras de lechuga	46
Anexo 4. Preparación de la muestra: pesado.....	47
Anexo 5. Preparación de la muestra.....	48
Anexo 6. Preparación de diluciones.....	49
Anexo 7. Siembra microbiológica en placas Compact Dry EC	50
Anexo 8. Incubación Placas Compact Dry EC por 24 horas.....	51
Anexo 9. Coliformes (colonias color violeta) lechuga puesto #30 y <i>E. coli</i> (colonias turquesa)	51
Anexo 10. Coliformes (colonias color violeta) lechuga puesto #12.....	52
Anexo 11. Coliformes (colonias color violeta) puesto #3	52
Anexo 12. <i>E.coli</i> (colonias color turquesa) y coliformes (colonias color violeta) puesto #29.....	53
Anexo 13. Conteo de Unidades Formadoras de Colonias	54
Anexo 14. Flujograma de preparacion de muestras y diluciones para la determinacion de <i>E. coli</i> y coliformes totales	55

ABREVIATURAS

°C: Grados Centígrados

DAF: Toxinas de Adhesión Difusible

ETA: Enfermedades Transmitidas por Alimentos

g: Gramo

GOGAT: Glutamato sintasa

MDR: Multidrogorresistentes

NTE INEN: Norma Técnica Ecuatoriana del Servicio Ecuatoriano de Normalización

RTE: Alimentos listos para comer (siglas en inglés de 'ready-to-eat foods')

SLT: Toxina Shiga-like

STa: Toxina Termoestable

SUH: Síndrome Urémico Hemolítico

UFC/g: Unidad formadora de colonias por gramo

µg: Microgramo

INTRODUCCIÓN

La presencia de coliformes totales y *Escherichia coli* en alimentos puede ser un indicador de contaminación fecal y la posible presencia de otros patógenos peligrosos. En este estudio se evaluó la calidad microbiológica de las lechugas vendidas en el mercado 10 de Agosto de la ciudad de Cuenca, Ecuador en mayo de 2023.

El consumo de lechugas contaminadas puede causar enfermedades gastrointestinales en los seres humanos. La metodología utilizada fue el análisis bioquímico en laboratorio, donde se recolectaron 30 muestras de lechuga fresca en mayo de 2023 y se cuantificaron las unidades formadoras de colonias de *E. coli*/coliformes en las muestras.

La determinación de la cantidad de *E. coli*/coliformes en las lechugas vendidas en el mercado 10 de Agosto de la ciudad de Cuenca es de suma importancia para garantizar la seguridad alimentaria y proteger la salud de los consumidores. La presencia de coliformes totales y *E. coli* en los alimentos puede indicar una posible contaminación fecal y la existencia de otros microorganismos patógenos que pueden causar enfermedades gastrointestinales.

En este sentido, el objetivo de este estudio fue evaluar la calidad microbiológica de las lechugas en dicho mercado mediante el análisis bioquímico en laboratorio. Para ello, se recolectaron 30 muestras de lechuga fresca en mayo de 2023 y se cuantificaron las unidades formadoras de colonias de *E. coli*/coliformes presentes en las mismas.

Los resultados de este estudio permitirán identificar posibles riesgos de contaminación y contribuirán al desarrollo de medidas preventivas y de control que aseguren la inocuidad de las lechugas expandidas en el mercado 10 de Agosto. Con ello, se busca promover la salud pública y fomentar prácticas seguras en la producción y comercialización de alimentos frescos.

CAPÍTULO I
PLANTEAMIENTO TEÓRICO

I.1.- PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

Los coliformes totales y *Escherichia coli* (*E. coli*) son microorganismos indicadores de contaminación fecal en alimentos, incluyendo lechugas y otros productos agrícolas. Estos organismos pueden causar enfermedades gastrointestinales en los seres humanos, incluyendo diarrea, náuseas, vómito y fiebre. Además, la presencia de *E. coli* /coliformes en los alimentos también puede ser un indicador de otros patógenos que pueden causar enfermedades más graves (1,2).

Los coliformes totales son un grupo de bacterias que se encuentran comúnmente en el medio ambiente, incluyendo el suelo, agua y los intestinos de los animales de sangre caliente, como los seres humanos. Aunque no todos los coliformes son patógenos, su presencia en los alimentos es una señal de contaminación fecal y, por lo tanto, pueden ser un indicador de la presencia de otros patógenos más peligrosos en los alimentos. Es importante mencionar que, la determinación de coliformes totales se utiliza comúnmente como un indicador de la calidad microbiológica del agua y alimentos (3).

El consumo de verduras frescas es un componente importante de una dieta saludable. Sin embargo, la contaminación de las verduras con patógenos, como los coliformes totales y *E. coli*, puede ser una fuente significativa de enfermedades gastrointestinales, las cuales se encuentran en el grupo de las Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETAs) (4,5).

En la ciudad de Cuenca, Ecuador, el mercado 10 de Agosto es uno de los principales puntos de venta de lechugas y otros productos agrícolas frescos. Es importante evaluar la calidad microbiológica de las lechugas vendidas en este mercado, incluyendo la presencia de coliformes totales y *E. coli*, para determinar si los consumidores están en riesgo de contraer enfermedades relacionadas con estos patógenos.

Por lo tanto, el problema de investigación que se plantea es la necesidad de determinar la cantidad de *E. coli*/coliformes presentes en las lechugas que se venden en el mercado 10 de Agosto de la ciudad de Cuenca.

I.2.- JUSTIFICACIÓN

El presente estudio es importante tanto desde el punto de vista académico y científico como para la sociedad en general. En primer lugar, el estudio proporciona información valiosa sobre la calidad microbiológica de las lechugas vendidas en el mercado 10 de Agosto de la ciudad de Cuenca, lo que permite evaluar los riesgos para la salud de los consumidores y, si es necesario, implementar medidas para reducir estos riesgos. Además, este estudio puede contribuir a la literatura científica en el área de la microbiología alimentaria y la seguridad alimentaria, al proporcionar datos actualizados y novedosos sobre la presencia de coliformes totales y *E. coli* en las lechugas vendidas en mercados locales de Cuenca.

En términos de las líneas de investigación de la Universidad Católica de Cuenca, este estudio se relaciona con la línea de investigación “Salud y bienestar por ciclos de vida”, ya que se enfoca en la identificación y cuantificación de microorganismos patógenos en alimentos frescos para consumo humano. La realización de este estudio también puede contribuir al desarrollo de nuevos métodos y técnicas para la detección de patógenos en alimentos frescos, lo que podría tener aplicaciones prácticas en la industria alimentaria y en la salud pública (6).

El beneficio para la sociedad de este estudio radica en la protección de la salud pública al proporcionar información actualizada y precisa sobre la calidad microbiológica de las lechugas vendidas en el mercado 10 de Agosto de la ciudad de Cuenca. La identificación y cuantificación de patógenos en los alimentos es fundamental para prevenir brotes de enfermedades transmitidas por alimentos y proteger la salud de los consumidores.

I.2.1.- Pregunta científica

Para el desarrollo del estudio se planteó la siguiente pregunta de investigación:

¿En el mercado 10 de agosto de la ciudad de Cuenca la concentración de colonias de coliformes totales y *E. coli* se encuentran por debajo de 10^2 - 10^4 UFC/g y de 10

-10² UFC/g, respectivamente según la Recopilación de Normas Microbiológicas de España?

I.3.- OBJETIVOS

I.3.1.- Objetivo General

Determinar *E. coli*/coliformes totales en lechugas expandidas en el mercado 10 de Agosto de la Ciudad de Cuenca.

I.3.2.- Objetivos Específicos

- Identificar coliformes totales en muestras de lechuga fresca mediante Placas Compact Dry.
- Determinar la presencia *E. coli*/coliformes en muestras de lechuga fresca mediante Placas Compact Dry.
- Cuantificar las colonias de *E. coli*/coliformes en muestras de lechuga fresca según la Recopilación de Normas Microbiológicas de España.

I.4.- MARCO TEÓRICO

I.4.1.- Antecedentes

En 2022, Rouamba et al., evaluaron el nivel de contaminación del agua de riego y lechugas, y determinaron el perfil de resistencia a los antibióticos de las bacterias aisladas en huertos de Burkina Faso. Se tomaron 80 muestras de lechuga y diez de agua de riego. El 68,75% de las muestras de lechuga y todas las muestras de agua de riego estaban contaminadas con coliformes termotolerantes. *E. coli* se detectó en el 57,5% de las muestras de lechuga y en el 40% de las muestras de agua de riego. La resistencia a los antibióticos fue alta en cepas de *E. coli*. Se destaca la importancia de mejorar la calidad del agua de riego y la higiene en la producción de alimentos para reducir el riesgo de ETAs (7).

En 2022, Ema et al. evaluaron la posible contaminación microbiana en alimentos listos para comer (RTE) en Bangladesh. Se recolectaron 100 muestras de RTE en diversos alimentos y se realizaron pruebas de sensibilidad antimicrobiana de *E.*

coli obtenidos de los RTE utilizando 12 antibióticos comúnmente usados. Los resultados mostraron que la prevalencia de *E. coli* fue más alta en los productos de ensalada RTE en comparación con los productos de carne y leche RTE. Además, se encontró que el 47,6% de las cepas aisladas eran multidrogorresistentes (MDR). Se enfatizó la necesidad de mejorar las prácticas de higiene y producción para garantizar la seguridad alimentaria (8).

En un estudio publicado por Xu et al. en 2021, se evaluó el uso de un nuevo agente de descontaminación, PlyEc2, basado en lisina de bacteriófago para controlar la propagación de *E. coli* O157:H7 en lechuga romana fresca. Los resultados mostraron que PlyEc2 logró reducir el 99.7% de la contaminación bacteriana en las hojas de lechuga, sin afectar su calidad sensorial. Además, la aplicación de PlyEc2 también redujo la contaminación del agua utilizada en el proceso de lavado en un 99.8%. En conclusión, este estudio sugiere que la aplicación de lisinas de bacteriófagos es una técnica prometedora para reducir la contaminación bacteriana en alimentos y mejorar la seguridad alimentaria (9).

Giménez et al., analizaron en 2020 la calidad microbiana de lechugas comercializadas en cuatro unidades de venta en Barquisimeto, Venezuela, y el efecto del lavado con agua, solución de limón y vinagre al 5% durante 0, 15 y 30 minutos. Se analizó con diseño factorial y se midió el recuento total de *E. coli* y *Pseudomonas*. Se encontró presencia de distintos microorganismos en las muestras de lechuga. Los tratamientos de lavado redujeron la carga microbiana en las muestras de lechuga, siendo la solución de jugo de limón la más eficiente con un 72% de eficacia, seguida de la solución de vinagre al 5% con un 66% de eficacia a los 30 minutos (10).

En 2020, Magdaniel y Fragoso-Castilla llevaron a cabo un estudio en Colombia para evaluar la calidad microbiológica de hortalizas crudas en puntos de venta. Las 27 muestras recolectadas presentaron valores de contaminación superiores a los establecidos por las normativas, con la lechuga siendo el alimento con el mayor nivel de coliformes. El 100% de las muestras presentaron bacterias del

grupo de los coliformes fecales, con la presencia de *E. coli* en el 100% de las muestras analizadas. La lechuga y el tomate chonto presentaron los índices más altos de contaminación. No hubo diferencias significativas entre supermercados, pero sí dentro de cada uno en cuanto a la contaminación de las diferentes hortalizas (11).

En 2022, Degaga et al. evaluaron la calidad microbiológica de las hortalizas crudas consumidas en la ciudad de Fiche, Etiopía. Se analizaron 100 muestras de cinco tipos de hortalizas crudas de dos mercados locales. Se encontró un alto recuento de bacterias aerobias mesófilas (5,7 log UFC/g) y Enterobacteriaceae (4,7 log UFC/g), mientras que el recuento de levaduras y mohos fue bajo. El 11% de las muestras estaban contaminadas con *S. aureus*, siendo más prevalente en el repollo (20%) y en la lechuga (15%). Además, el 15% de las muestras de hortalizas fueron positivas para *Salmonella*. Estos resultados resaltan la necesidad de mejorar la calidad microbiológica de las hortalizas crudas para garantizar la seguridad alimentaria (12).

I.4.2.- Marco referencial

En esta sección del marco referencial, se abordarán tres elementos clave en la temática de seguridad alimentaria: *E. coli*, coliformes e intoxicación alimentaria. Estos elementos están estrechamente relacionados y su comprensión es fundamental para abordar la prevención y control de enfermedades transmitidas por alimentos.

E. coli, una bacteria comúnmente encontrada en el intestino humano y de animales de sangre caliente, puede ser tanto inofensiva como patógena. Algunas cepas pueden causar enfermedades gastrointestinales graves en los seres humanos, especialmente cuando se ingieren alimentos contaminados. La presencia en los alimentos es un indicador de contaminación fecal y su detección es esencial para garantizar la seguridad alimentaria (13).

Los coliformes, por su parte, son un grupo de bacterias que también se encuentran en el intestino de animales de sangre caliente, incluyendo los seres humanos. La presencia de coliformes en los alimentos es un indicador de contaminación fecal y su detección se utiliza como una medida de calidad y seguridad microbiológica (14).

La intoxicación alimentaria es una enfermedad que se produce por la ingestión de alimentos contaminados con microorganismos patógenos o sus toxinas. Estos patógenos pueden incluir *E. coli* y otros coliformes, así como una variedad de otros microorganismos, como *Salmonella*, *Campylobacter* y *Staphylococcus aureus*. La intoxicación alimentaria puede provocar síntomas gastrointestinales, como diarrea, vómitos, calambres abdominales y fiebre, en casos graves, puede llevar a complicaciones serias e incluso la muerte (15).

La comprensión de la relación entre *E. coli*, coliformes e intoxicación alimentaria es esencial para implementar medidas preventivas y de control en la producción, manipulación y consumo de alimentos. En esta sección se explorará la base teórica y científica detrás de estos elementos, analizando su importancia en la seguridad alimentaria y destacando la necesidad de abordar de manera integral la prevención y control de enfermedades transmitidas por alimentos (15,16).

I.4.2.1.- Género *Escherichia*

I.4.2.1.1.- Generalidades del género *Escherichia*.

El género *Escherichia* es un grupo de bacterias gramnegativas, anaerobias facultativas, en forma de bacilos, que pertenece a la familia *Enterobacteriaceae*. Estas bacterias se encuentran en el intestino de los seres humanos y animales de sangre caliente, y la mayoría de las cepas son inofensivas y beneficiosas. Sin embargo, algunas cepas pueden causar enfermedades graves en los seres humanos. La especie más conocida dentro de este género es *Escherichia coli*, que es una de las bacterias más estudiadas y mejor comprendidas debido a su importancia como patógeno humano (13).

I.4.2.1.2.- *Escherichia coli*

Aunque la mayoría de las cepas de *E. coli* son inofensivas y se encuentran normalmente en el intestino de los animales de sangre caliente, algunas cepas pueden causar enfermedades graves en los seres humanos, incluyendo infecciones del tracto urinario, meningitis neonatal y enfermedades transmitidas por alimentos. Por ejemplo, la cepa *E. coli* O157:H7 es una de las causantes más comunes de enfermedades transmitidas por alimentos, y se ha asociado con brotes de enfermedades graves en todo el mundo (17).

Además de su importancia como patógeno, *E. coli* es también un organismo modelo ampliamente utilizado en la investigación científica debido a su facilidad de cultivo y manipulación genética. La investigación en *E. coli* ha llevado a importantes avances en la biología molecular y la biotecnología, y ha sido fundamental para la comprensión de la genética y la fisiología microbiana (18).

I.4.2.1.3.- Toxinas de coliformes y *E. coli*

Los Coliformes y *Escherichia coli* son conocidos por producir diversas toxinas que pueden causar enfermedades en los seres humanos. Una de las toxinas más conocidas producidas por *E. coli* es la toxina Shiga, también conocida como toxina Shiga-like (SLT), que es capaz de causar síndrome urémico hemolítico (SUH) en los seres humanos. Esta toxina es producida por ciertas cepas de *E. coli* y funciona de manera similar a la toxina producida por la bacteria *Shigella dysenteriae*, que causa la disentería bacilar (19,20).

Además de la toxina Shiga, existen otras toxinas producidas por *E. coli* como son las toxinas de adhesión difusible (DAF) y la toxina termoestable (STa). La DAF es una enterotoxina que se adhiere a las células epiteliales intestinales y causa diarrea secretora, mientras que la STa es otra enterotoxina que causa diarrea acuosa en los seres humanos. Por otro lado, los coliformes también son conocidos por producir diversas toxinas. Además, algunas cepas de *Enterobacter cloacae* pueden producir la citotoxina, que causa daño a las células del cuerpo humano (19,20).

I.4.2.1.4.- Enzimas de coliformes y *E. coli*

A continuación, se abordarán tres enzimas de importancia en los procesos bioquímicos y microbiológicos: la glutamato sintasa (GOGAT), la β -galactosidasa y la β -D-glucuronidasa. Estas enzimas desempeñan roles clave en diferentes sistemas biológicos y tienen aplicaciones significativas en diversos campos de estudio.

Tabla 1. Enzimas de coliformes y *E. coli*

Enzima	Qué es	Función
Glutamato sintasa (GOGAT)	Enzima clave en el ciclo del nitrógeno y en la síntesis de aminoácidos en las plantas, bacterias y algunos organismos unicelulares.	Cataliza la reacción reversible entre glutamato y amonio para producir dos moléculas de glutamina en una reacción conocida como la asimilación del amonio.
β -galactosidasa	Enzima que hidroliza la lactosa, produciendo glucosa y galactosa.	Indicador común de la presencia de coliformes en alimentos y agua. Su presencia es indicativa de la capacidad de fermentar la lactosa, una característica compartida por los coliformes totales y <i>E. coli</i> .
β -D-glucuronidasa	Es una hidrolasa que cataliza la hidrólisis de β -D-glucurónidos en una amplia variedad de compuestos, es decir, hidroliza el glucurónido de fenol, produciendo fenol y ácido glucurónico.	Enzima importante en la identificación de ciertas bacterias, incluyendo <i>Escherichia coli</i> y otros coliformes, ya que estas bacterias tienen la capacidad de hidrolizar β -D-glucurónidos utilizando esta enzima.

Fuente: Schulz-Mirbach et al. (21) y Mejía-Argueta et al. (22)

I.4.2.2.- Enfermedades transmitidas por los alimentos (ETAs)

Son enfermedades causadas por la ingestión de alimentos contaminados con patógenos, como bacterias, virus, parásitos o toxinas producidas por estos microorganismos. Las ETAs pueden provocar una amplia gama de síntomas, que van desde leves a graves, incluyendo náuseas, vómito, diarrea, dolor abdominal y fiebre. En casos graves, pueden causar complicaciones médicas y, en algunos casos, pueden ser mortales (23).

Los patógenos que se encuentran en los alimentos pueden estar presentes en alimentos crudos o mal cocidos, o pueden contaminarse durante la producción, procesamiento y almacenamiento de alimentos. Los alimentos que se han asociado comúnmente con brotes de ETAs incluyen productos de origen animal, como carne, aves de corral y productos lácteos, así como alimentos frescos, como frutas, verduras y brotes. La contaminación de los alimentos con patógenos también puede ocurrir en el hogar, durante la preparación y manipulación de alimentos (23).

La prevención de las ETAs es importante para proteger la salud pública. Las medidas de prevención incluyen prácticas adecuadas de higiene alimentaria, como lavarse las manos con frecuencia, cocinar los alimentos a temperaturas adecuadas, evitar el contacto cruzado entre alimentos crudos y cocidos, almacenar los alimentos a temperaturas seguras. Además, la implementación de programas de seguridad alimentaria en la producción, procesamiento y manipulación de alimentos puede reducir el riesgo de contaminación con patógenos y prevenir brotes de ETAs (24).

La presencia de coliformes totales y *E. coli* en los alimentos puede ser un indicador de la presencia de otros patógenos que pueden causar enfermedades transmitidas por alimentos en los seres humanos, causando alteraciones gastrointestinales como diarrea, náuseas, vómito y fiebre. Por lo tanto, la evaluación y control de los niveles de *E. coli*/coliformes totales y en los alimentos

es esencial para prevenir la contaminación y reducir el riesgo de enfermedades transmitidas por alimentos en los seres humanos (16).

I.4.2.3.- Epidemiología

La intoxicación alimentaria puede manifestarse en diferentes presentaciones clínicas. La gastroenteritis aguda, que se presenta con cualquier combinación de los síntomas clave de dolor abdominal, vómito y diarrea en al menos dos pacientes que compartieron una comida común, puede relacionarse fácilmente con la sospecha de un episodio de intoxicación alimentaria. Muchos agentes bacterianos como *E. coli* y *coliformes*, así como agentes virales, pueden causar gastroenteritis aguda (25).

E. coli puede causar enfermedades que incluyen calambres abdominales, diarrea, fiebre, vómito y, en algunos casos, diarrea sanguinolenta. El período de incubación es de 3 a 8 días, y la mayoría de las personas se recuperan en 10 días, pero los niños y ancianos tienen un mayor riesgo de desarrollar el síndrome urémico hemolítico, que puede ser potencialmente mortal y se caracteriza por insuficiencia renal aguda, anemia hemolítica y baja cantidad de plaquetas sanguíneas (26).

I.4.2.4.- Efectos en la salud: Intoxicación con coliformes y *E. coli*

Los coliformes totales y *E. coli*, son bacterias que se encuentran comúnmente en el medio ambiente y en los intestinos de animales de sangre caliente, incluyendo los seres humanos. Estos microorganismos pueden estar presentes en una variedad de alimentos, especialmente aquellos que han estado en contacto con heces animales contaminadas. Por lo tanto, los alimentos que han sido crudos o que han estado en contacto con superficies o equipos contaminados pueden contener coliformes totales y *E. coli*. Los alimentos que se han asociado comúnmente con brotes de enfermedades transmitidas por alimentos incluyen carne picada, productos lácteos, agua potable contaminada y productos agrícolas frescos, como lechugas y brotes (27).

I.4.2.5.- Control y prevención

El control y prevención de las enfermedades transmitidas por alimentos es de vital importancia para garantizar la salud pública. Entre los microorganismos causantes de estas enfermedades se encuentran los coliformes totales y *Escherichia coli*. Es esencial que se implementen medidas de control desde la producción y manipulación de los alimentos hasta su consumo final (28).

En la producción de alimentos, es fundamental asegurarse de que se cumplan los requisitos higiénicos necesarios y que se utilicen prácticas adecuadas de manejo y almacenamiento de los alimentos para evitar la contaminación. También, se deben aplicar medidas de control en la manipulación de alimentos en restaurantes, supermercados y hogares, incluyendo el lavado adecuado de manos, utensilios de cocina y superficies de trabajo (28,29).

La detección temprana de la contaminación por coliformes totales y *E. coli* es crucial para prevenir brotes de enfermedades transmitidas por alimentos. Las pruebas de laboratorio para la detección de estos microorganismos son esenciales para asegurar la calidad microbiológica de los alimentos. Además, es importante educar al público sobre los riesgos de la contaminación de los alimentos y cómo prevenirla (30).

I.4.2.6.- Índices epidemiológicos

A nivel mundial, una de cada diez personas se enferma cada año al consumir alimentos contaminados, lo que resulta en 420.000 muertes anuales, de las cuales 125.000 son niños. La mayoría de los casos de ETAs (más del 70%) se deben a una manipulación inadecuada de los alimentos. Por lo tanto, se recomienda seguir las Buenas Prácticas Agrícolas y las Buenas Prácticas de Manufactura como medidas preventivas para evitar la contaminación de los alimentos (31).

La infección por gastroenteritis aguda se considera una de las enfermedades más graves que provoca la muerte de niños en todo el mundo y provoca vómitos intensos. La gastroenteritis ha provocado de 1,4 a 2,5 millones de muertes por año durante 2021 (26). En un estudio realizado en mercados públicos de Filipinas se

encontró que las lechugas presentaban un índice de contaminación por *E coli* del 13,5% (32).

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

II.1.- DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

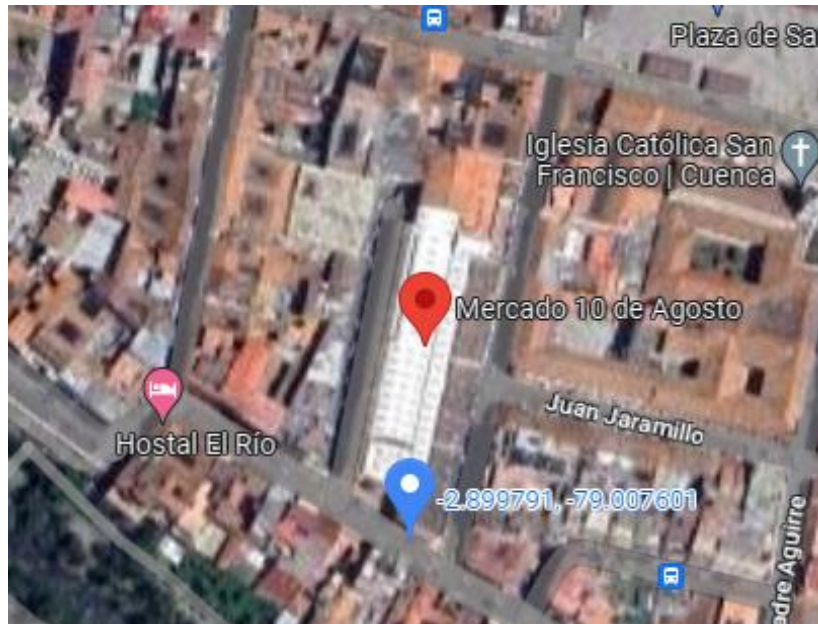
La presente investigación es de enfoque cuantitativo, de tipo observacional, con nivel y diseño descriptivo; además es de campo y de corte transversal.

II.2.- POBLACIÓN Y MUESTRA

El área de estudio correspondió al Mercado 10 de Agosto, el cual es uno de los mercados más grandes e icónicos de la ciudad de Cuenca, situado en el centro histórico de la ciudad en la calle Mariscal Sucre. Fundado en 1951, este mercado ofrece una amplia variedad de productos frescos, secos y enlatados, desde frutas y verduras, carnes y mariscos, hasta artesanías y ropa (33).

El mercado cuenta con una estructura de dos niveles y una gran cantidad de locales distribuidos en su interior, donde los vendedores ofrecen sus productos. Los locales se organizan por secciones, lo que hace que la búsqueda de productos sea más fácil para los clientes. Además, el mercado tiene una sección de comida donde los visitantes pueden degustar platos típicos de la gastronomía local y se expenden verduras frescas (33).

El Mercado 10 de Agosto es un importante punto de abastecimiento de alimentos frescos, que incluye diversas hortalizas como la lechuga, para la ciudad de Cuenca y sus alrededores. Sin embargo, como en cualquier mercado, se deben tomar precauciones para garantizar la calidad y seguridad de los alimentos que se compran allí (33).



**Figura 1. Localización del Mercado 10 de Agosto, Cuenca.
Fuente: Google Maps (34)**

II.2.1.- Universo y población

El universo de estudio estuvo conformado por 30 expendios de lechugas del Mercado 10 de Agosto, ubicado en la Calle Larga 11-47 de la ciudad de Cuenca, provincia del Azuay. Para realizar el estudio se obtuvo el consentimiento mediante una solicitud al director de mercados y el respectivo administrador. En la investigación se realizó la cuantificación de UFC de *E. coli*/ coliformes en lechugas para determinar si se encuentran en un rango óptimo, por lo que se calificó la presencia/ausencia y se contó su volumen de crecimiento.

II.2.2.- Muestreo y muestra

La toma de muestras se fundamentó en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 529-2, relativa al «Control microbiológico de los alimentos: toma, envío y preparación de muestras para el análisis microbiológico» (35).

La toma de muestras de lechugas se realizó de forma directa, en condiciones de asepsia. Se colocaron en una funda hermética en el lugar de expendio del Mercado 10 de Agosto, con su correspondiente etiqueta.

Las muestras fueron trasladadas a los laboratorios de Microbiología de los Alimentos de la Carrera de Bioquímica y Farmacia de la Universidad Católica de Cuenca, en un tiempo máximo de una hora para realizar el respectivo análisis.

II.4.- DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS VARIABLES

1. *E. coli.*: Cuantitativa y nominal dicotómica.

Definición: Bacilo Gram-negativo, anaerobio facultativo perteneciente a la familia Enterobacteriaceae.

Escala de medición:

- Presencia.
- Ausencia.
- UFC/g.

2. Coliformes totales: Cualitativa nominal dicotómica.

Definición: Bacilos anaeróbicos, Gram negativos, fermentadores de lactosa.

Escala de medición:

- Presencia.
- Ausencia.
- UFC/g

3. Muestras de lechuga: Cualitativa nominal dicotómica.

Definición: Muestras tomada de hojas de lechugas que se analizan en la investigación.

Escala de medición:

- Positivo.
- Negativo.

4. Puestos que comercialicen lechugas: Cualitativa nominal policotómica.

Definición: Es el territorio de comercialización alimenticia.

Escala de medición:

- Puestos de comercialización números 1 al 30.

II.5.- PROCEDIMIENTOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Preparación de la muestra

- Las diluciones del presente estudio se realizaron según la normativa INEN 1529-2 (35).
- Primera dilución: Con una pinza estéril se colocó 10 g de la muestra de lechuga con 90 mL de agua de peptona en un frasco estéril. Se homogenizó en la licuadora por 30 segundos, sin superar los dos minutos para evitar el sobrecalentamiento de las cuchillas (1/10).
- Segunda dilución: Con una pipeta estéril se colocó 1 mL de la primera dilución en un tubo que contenía 9 mL de agua peptona (1/100).
- Tercera dilución: Con una pipeta estéril se colocó 1 mL de la segunda dilución en un tubo que contenía 9 mL de agua peptona (1/1000).
- Las muestras de lechuga recolectadas en el Mercado 10 de Agosto de la ciudad de Cuenca fueron trasladadas al laboratorio de microbiología de la carrera de Bioquímica y Farmacia, para su respectivo estudio.

Procedimientos estadísticos y análisis de datos

Se recolectó los datos obtenidos durante el estudio y se organizó en una tabla de datos en Microsoft Excel 2019. Con ello se realizó el procesamiento de la información para su representación mediante estadística descriptiva con el análisis de frecuencias y tablas de doble entrada según la presencia o ausencia de coliformes totales y *E. coli*, número de UFC/g de cada muestra analizada, número de muestras que cumplen o no con los valores óptimos que se establecieron en la Recopilación de Normas Microbiológicas de España, según la cual es aceptable un volumen de coliformes de 10^2 a 10^4 UFC/g y para *E. coli* de 10 a 10^2 UFC/g, en los 30 puestos que expenden lechugas en el mercado 10 de Agosto, según la Recopilación de Normas Microbiológicas de España (36).

II.6.- ASPECTOS ÉTICOS

En la presente investigación no se procesaron muestras biológicas de seres humanos; se analizaron muestras de origen vegetal destinadas al consumo humano.

CAPÍTULO III
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

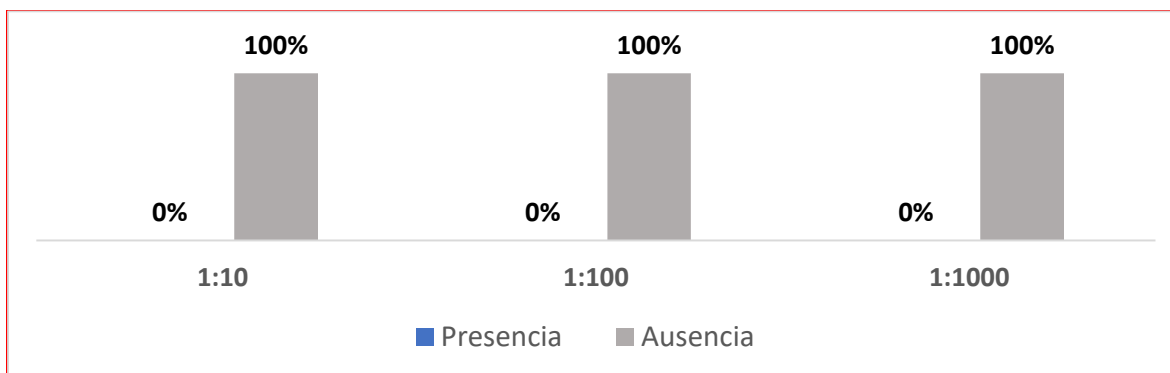
III.1.- RESULTADOS

Después de recolectar las muestras correspondientes en los 30 puestos de expendio de lechugas en el Mercado 10 de Agosto de la ciudad de Cuenca, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 2. Distribución de la muestra según crecimiento de *E. coli*. Mercado 10 de Agosto – Cuenca, mayo de 2023.

Dilución	Presencia	Ausencia	Total
1:10	0 (0%)	30 (100%)	30 (100%)
1:100	0 (0%)	30 (100%)	30 (100%)
1:1000	0 (0%)	30 (100%)	30 (100%)

Figura 2. Distribución de la muestra según crecimiento de *E. coli*. Mercado 10 de Agosto – Cuenca, mayo de 2023.

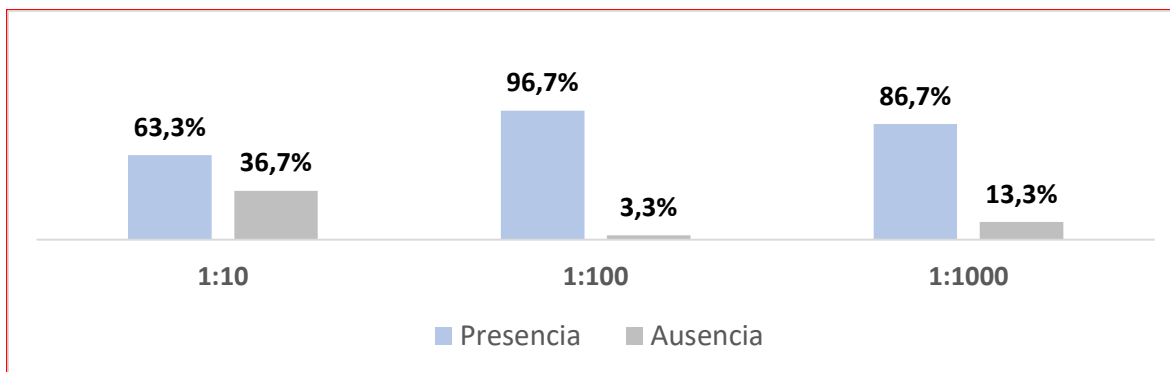


En la tabla 2 y figura 2, se puede apreciar que todas las muestras resultaron negativas para *E. coli*, lo cual es un indicativo de la ausencia de esta bacteria en los expendios de lechuga del Mercado 10 de Agosto; referenciando que existe un bajo riesgo de contaminación con esta bacteria patógena en las lechugas expendidas.

Tabla 3. Distribución de la muestra según crecimiento de *Coliformes*. Mercado 10 de Agosto – Cuenca, mayo de 2023.

Dilución	Presencia	Ausencia	Total
1:10	19 (63,3%)	11 (36,7%)	30 (100%)
1:100	29 (96,7%)	1 (3,3%)	30 (100%)
1:1000	26 (86,7%)	4 (13,3%)	30 (100%)

Figura 3. Distribución de la muestra según crecimiento de *Coliformes*. Mercado 10 de Agosto – Cuenca, mayo de 2023.

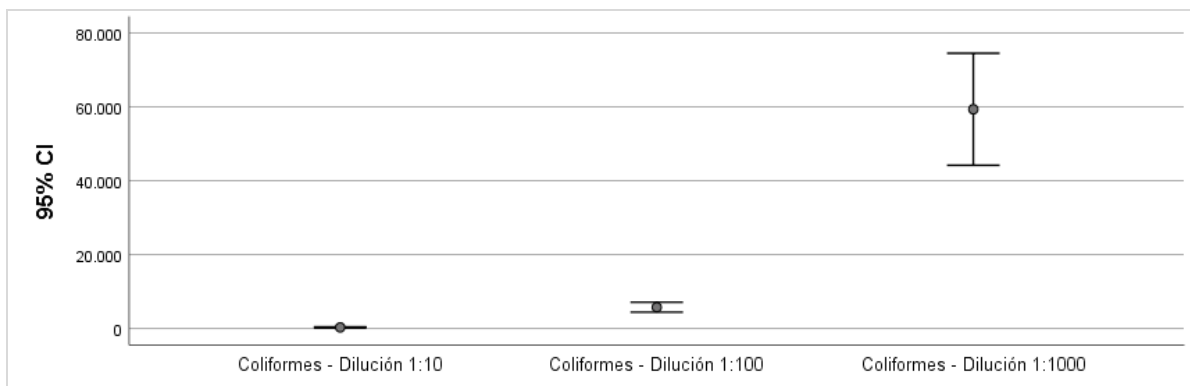


Según los resultados de la tabla 3 y figura 3, la presencia de coliformes varía entre las diluciones. En la dilución 1:10, se encontró que el 63,3% de las muestras presentaron crecimiento de coliformes. La dilución 1:100, presentó el crecimiento en el 96,7% de las muestras analizadas. Por otro lado, en la dilución 1:1000, el crecimiento de coliformes se encontró en el 86,7% de las muestras.

Tabla 4. Estadísticos descriptivos de la cuantificación del crecimiento de Coliformes. Mercado 10 de Agosto – Cuenca, mayo de 2023.

Dilución	Mínimo	Media	Máximo	Desviación estándar	IC(95%)	
					Lim. Inferior	Lim. Superior
1:10	0	$2,90 \times 10^2$	$9,80 \times 10^2$	$3,25 \times 10^2$	$1,68 \times 10^2$	$4,11 \times 10^2$
1:100	0	$5,74 \times 10^3$	$1,38 \times 10^4$	$3,60 \times 10^3$	$4,40 \times 10^3$	$7,09 \times 10^3$
1:1000	0	$5,93 \times 10^4$	$1,43 \times 10^5$	$4,06 \times 10^4$	$4,42 \times 10^4$	$7,45 \times 10^4$

Figura 4. Estadísticos descriptivos de la cuantificación del crecimiento de Coliformes. Mercado 10 de Agosto – Cuenca, mayo de 2023.



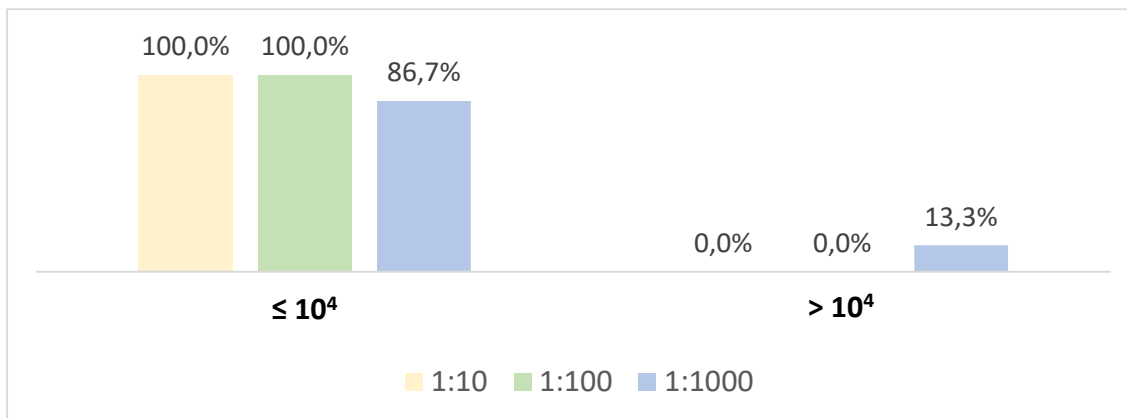
Según los resultados de la tabla 4 y figura 4, la dilución 1:1000 presentó mayores valores, una media más alta y gran variabilidad en comparación con las diluciones 1:10 y 1:100. En otras palabras, se determinó una amplia gama de valores observados en la dilución 1:1000, lo que puede sugerir que hubo una mayor heterogeneidad en la concentración de *coliformes* en diferentes muestras dentro de esta dilución. Esta situación podría sugerir una mayor contaminación microbiana en las muestras de lechuga, lo que podría estar relacionado con problemas de higiene en el manejo, almacenamiento o procesamiento de lechugas en el mercado.

Tabla 5. Distribución de muestras con coliformes totales según cuantificación máxima de la Recopilación de Normas Microbiológicas de España. Mercado 10 de Agosto – Cuenca, mayo de 2023.

Dilución	$\leq 10^4$ UFC/g	$> 10^4$ UFC/g	Total
1:10	30 (100,0%)	0 (0,0%)	30 (100%)
1:100	30 (100,0%)	0 (0,0%)	30 (100%)
1:1000	26 (86,7%)	4 (13,3%)	30 (100%)

Leyenda: Unidades formadoras de colinas sobre grado (UFC/g)

Figura 5. Distribución de muestras con coliformes totales según cuantificación máxima de la Recopilación de Normas Microbiológicas de España. Mercado 10 de Agosto – Cuenca, mayo de 2023.



Según los resultados de la tabla 5, en general los niveles de concentración de coliformes totales se encuentran dentro de los rangos de aceptación por parte de la Recopilación de Normas Microbiológicas de España; no obstante, en la dilución 1:1000 se apreció que un 13,3% de las muestras superó el límite aceptable.

III.2.- DISCUSIÓN

En el presente estudio se analizó la presencia de *E. Coli* y *coliformes totales* en lechugas expandidas en el Mercado 10 de Agosto de la ciudad de Cuenca, cuyo resultado principal fue la ausencia total de *E. Coli*. Por lo tanto, se puede aseverar que en el Mercado 10 de Agosto existe un bajo riesgo de contaminación con esta bacteria patógena en las lechugas expandidas. La ausencia de *E. coli* en las muestras indica que las prácticas de manipulación y los controles de higiene implementados están siendo efectivos. Por el contrario en el estudio de Rouamba et al. en Burkina Faso, se encontró que 57,5% de las muestras de lechuga tenían presencia de *E. coli* (7); por su parte, Magdaniel y Fragoso-Castilla encontraron en Colombia que 100% de los expendios ubicados en un mercado al aire libre presentaron crecimiento positivo de *E. coli* en las lechugas (11).

La detección de *E. coli* en alimentos, especialmente en verduras frescas como las lechugas, es una preocupación importante debido a su potencial para causar enfermedades gastrointestinales en los consumidores (37). La ausencia de *E. coli* en las lechugas del Mercado 10 de Agosto es un resultado prometedor y sugiere que las medidas de control y prevención implementadas están siendo exitosas para salvaguardar la seguridad de los alimentos.

Es importante destacar que la ausencia de *E. coli* no garantiza la ausencia de otros microorganismos patógenos en las lechugas expandidas en el mercado, ya que es posible que existan otros agentes contaminantes que no fueron detectados en este estudio específico. Por lo tanto, es recomendable continuar vigilando y controlando la calidad microbiológica de las lechugas, así como implementar prácticas de manejo adecuadas en todas las etapas de la cadena de suministro, desde la producción hasta la venta final.

Por otra parte, en este estudio se observó que la presencia de coliformes totales varía entre las diluciones. En la dilución 1:10, se encontró que el 63,3% de las muestras presentaron crecimiento de coliformes; esto indica que en

aproximadamente dos tercios de las muestras analizadas, se detectó la presencia de estos microorganismos indicadores de contaminación fecal. Es importante tener en cuenta que, aunque el crecimiento de coliformes no es necesariamente indicativo de la presencia de patógenos, su presencia sugiere una mayor probabilidad de contaminación y la posible existencia de otros microorganismos de interés sanitario.

En la dilución 1:100, se observó un crecimiento positivo de coliformes totales en el 96,7%. Esta proporción es significativamente mayor que la observada en la dilución 1:10, lo que sugiere una mayor presencia de coliformes en niveles más diluidos. Estos resultados indican un alto potencial de contaminación fecal en las lechugas del Mercado 10 de Agosto.

Por otro lado, en la dilución 1:1000, el crecimiento positivo de coliformes fue de 86,7%. Aunque esta proporción es menor en comparación con la dilución 1:100, sigue siendo una proporción considerable de muestras que muestran signos de contaminación con coliformes. Estos resultados destacan la importancia de continuar implementando medidas de control y prevención para garantizar la seguridad microbiológica de las lechugas vendidas en el mercado.

Un estudio publicado en 2020 por Ghimire et al., examinó la presencia de coliformes en diferentes tipos de hortalizas y resaltó la importancia de la implementación de medidas preventivas en la producción y manipulación de estos alimentos. Los investigadores encontraron que las hortalizas, incluyendo las lechugas, pueden estar expuestas a fuentes de contaminación durante su crecimiento, cosecha y distribución, lo que aumenta el riesgo de presencia de coliformes; la frecuencia de coliformes fue del 57%. Por lo tanto, recomendaron la aplicación de prácticas de control de higiene en todas las etapas de la cadena de suministro, así como la capacitación del personal involucrado en la manipulación de los alimentos (38).

Así mismo, en el presente estudio se encontró que, para la dilución 1:10 que el crecimiento de coliformes tuvo una media de $2,90 \times 10^2 \pm 3,25 \times 10^2$ (IC_{95%}: $1,68 \times 10^2 - 4,11 \times 10^2$); en la dilución 1:100, la media de crecimiento fue de $5,74 \times 10^3 \pm 3,60 \times 10^3$ (IC_{95%}: $4,40 \times 10^3 - 7,09 \times 10^3$); finalmente, en la dilución 1:1000 la media de crecimiento fue de $5,93 \times 10^4 \pm 4,06 \times 10^4$ (IC_{95%}: $4,42 \times 10^4 - 7,45 \times 10^4$). Estos resultados sugieren que la dilución utilizada en el análisis tiene un impacto significativo en la cuantificación de coliformes totales en las muestras de lechuga. Se observa un aumento en el crecimiento de coliformes a medida que se diluye la muestra. Esto puede indicar que la contaminación fecal, indicada por la presencia de coliformes, es más pronunciada en las muestras menos diluidas. Sin embargo, es importante destacar que los valores absolutos de crecimiento deben interpretarse en el contexto de las normativas y límites establecidos para la seguridad de los alimentos.

En el estudio de Ghimire et al., se encontraron altos índices de contaminación con bacterias coliformes en las muestras de vegetales crudos, por lo que los autores indicaron que se deben revisar y aplicar buenas prácticas agrícolas en cada finca agrícola y las autoridades de salud deben enfocarse en implementar legislación que prohíba el riego con aguas residuales no tratadas tanto de la raíz como vegetales de hoja. Estos tipos de estudios, a gran escala, pueden reflejar los riesgos generales para la salud de las personas derivados del consumo de vegetales y obligar a las autoridades a formular políticas sobre los mercados de vegetales (38).

De forma general los niveles de concentración de coliformes totales se encuentran dentro de los rangos de aceptación por parte de la Recopilación de Normas Microbiológicas de España; sin embargo, en la dilución 1:1000 se apreció que un 13,3% de las muestras superó el límite aceptable. Esto indica que un número significativo de lechugas presentan niveles más altos de contaminación, lo cual podría estar relacionado con prácticas de manipulación inadecuadas o fuentes de contaminación específicas.

De acuerdo con la Recopilación de Normas Microbiológicas de España el volumen de coliformes aceptables se encuentra en el rango de 10^2 a 10^4 UFC/g (36), por lo que se debe tener presente que existe el riesgo de intoxicación alimentaria debido a las lechugas expandidas en el 13,3% de los expendios del Mercado 10 de Agosto. A pesar de que la mayoría de las muestras se encuentran dentro de los rangos aceptables, la presencia de un porcentaje notable que excede los límites establecidos destaca la necesidad de mantener y mejorar las prácticas de control y prevención en el mercado. Es fundamental identificar las causas de esta contaminación y tomar medidas correctivas apropiadas para garantizar la seguridad microbiológica de las lechugas.

En el contexto de la detección de *E. coli* y coliformes totales, los bioquímicos y farmacéuticos son responsables de seguir los procedimientos y técnicas estandarizadas para realizar los análisis microbiológicos. Su experiencia en el manejo de muestras, la preparación de medios de cultivo adecuados, la interpretación de los resultados y el seguimiento de las regulaciones sanitarias son fundamentales para garantizar resultados confiables y precisos. Además, los profesionales de la salud desempeñan un papel esencial en la implementación de medidas de control y prevención para reducir la contaminación de los alimentos.

En general, los resultados de la cuantificación de coliformes totales resaltan la importancia de seguir implementando y reforzando las medidas de control de calidad microbiológica en el Mercado 10 de Agosto. Aunque no se detectó la presencia de *E. coli*, la presencia de coliformes totales en diferentes diluciones indica la necesidad de mejorar las prácticas de manipulación y de higiene en la producción, transporte y venta de las lechugas. La identificación de áreas de mayor contaminación y la implementación de medidas correctivas específicas pueden contribuir a la reducción de los niveles de coliformes y, por lo tanto, a mejorar la seguridad de los alimentos para los consumidores.

CAPÍTULO IV
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

IV.1.- CONCLUSIONES

- Los resultados muestran que en el Mercado 10 de Agosto de Cuenca, durante el periodo de estudio en mayo de 2023, se determinó que no existe la presencia de *E. coli* en las muestras de lechugas analizadas; esto sugiere que las prácticas de manipulación y los protocolos de higiene implementados en el mercado han sido efectivos para garantizar la seguridad de las lechugas vendidas. Por otro lado, sí se determinó la presencia de coliformes totales en las muestras analizadas, lo que sugiere una posible contaminación fecal en las lechugas en algún momento de la manipulación de las mismas, lo cual indica la necesidad de mejorar las prácticas de manipulación y control de higiene en el mercado.
- Se identificaron coliformes totales en muestras de lechuga fresca mediante Placas Compact Dry, con crecimiento positivo del 63,3% en la dilución 1:10, del 96,7% en la dilución 1:100 y del 86,7% en la dilución 1:1000.
- Se determinó la presencia coliformes en muestras de lechuga fresca mediante Placas Compact Dry, mientras *que E. coli* estuvo ausente.
- Se cuantificaron las colonias de *E. coli*/coliformes en muestras de lechuga fresca según la Recopilación de Normas Microbiológicas de España, solo presentes en coliformes y, aunque la mayoría de las muestras se encuentran dentro de los rangos de aceptación establecidos, es preocupante que un porcentaje notable de las muestras en la dilución 1:1000 haya superado el límite aceptable de concentración de coliformes totales.

IV.2.- RECOMENDACIONES

- Es fundamental mantener la vigilancia y continuar aplicando medidas de control para prevenir la presencia de otros microorganismos patógenos en los alimentos y asegurar la protección de la salud de los consumidores.
- Es necesario identificar las causas específicas de la contaminación y tomar medidas correctivas apropiadas para reducir la presencia de coliformes totales en las lechugas vendidas en el mercado.
- A los administradores del mercado se les recomienda reforzar las prácticas de control y prevención de contaminación microbiológica en todas las áreas del mercado. Esto incluye capacitar y sensibilizar al personal sobre las buenas prácticas de manipulación de alimentos, higiene personal, manejo adecuado de alimentos y limpieza y desinfección de instalaciones. Además, es importante establecer protocolos claros para la recepción y almacenamiento de lechugas, así como para el monitoreo regular de la calidad microbiológica de los productos.
- Se sugiere realizar investigaciones adicionales para identificar las fuentes específicas de contaminación de coliformes totales en las lechugas del Mercado 10 de Agosto. Esto puede incluir el análisis del agua de riego, el suelo utilizado en la producción de lechugas y la evaluación de las prácticas de manipulación en cada etapa de la cadena de suministro. Comprender las fuentes de contaminación ayudará a desarrollar estrategias más efectivas de control y prevención, así como a implementar medidas específicas dirigidas a la reducción de la carga microbiana en las lechugas y otros productos agrícolas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Kobayashi T, Ikeda M, Okada Y, Higurashi Y, Okugawa S, Moriya K. Clinical and Microbiological Characteristics of Recurrent *Escherichia coli* Bacteremia. *Microbiol Spectr* [Internet]. 2021;9(3:e0139921):1-10. Disponible en: <https://doi.org/10.1128/spectrum.01399-21>
2. Vasconcellos L, Medeiros VM, Rosas CO, Forsythe SJ, Romão CMCPA, Brandão MLL. Occurrence of total coliforms, *Escherichia coli* and *Cronobacter* species in commercially available 20 l bottled drinking water sold in Rio de Janeiro State, Brazil. *Lett Appl Microbiol* [Internet]. 2019;69(6):431-7. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/lam.13235>
3. Niyoyitungiye L, Giri A, Ndayisenga M. Assessment of Coliforms Bacteria Contamination in Lake Tanganyika as Bioindicators of Recreational and Drinking Water Quality. *Academic Leadership* [Internet]. 2020;6(3):9-16. Disponible en: <https://hal.science/hal-02880918/document>
4. Asfaw T, Genetu D, Shenkute D, Shenkutie TT, Amare YE, Yitayew B. Parasitic Contamination and Microbiological Quality of Commonly Consumed Fresh Vegetables Marketed in Debre Berhan Town, Ethiopia. *Environmental Health Insights* [Internet]. 2023;17(11786302231154756):1-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/11786302231154755>
5. Li Y, Zhang M, Luo J, Chen J, Wang Q, Lu S, et al. Antimicrobial resistance of *Escherichia coli* isolated from retail foods in northern Xinjiang, China. *Food Science & Nutrition* [Internet]. 2020;8(4):2035-51. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7174230/>
6. UCACUE. Líneas de Investigación [Internet]. 2022 [citado 19 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://investigacion.ucacue.edu.ec/lineas-de-investigacion/>
7. Rouamba SS, Somda NS, Tapsoba F, Somda A, Ouédraogo MLP, Kabré E, et al. Prevalence and antibioresistance of *Escherichia coli* and *Salmonella* isolated from lettuce and irrigation water in Ouagadougou, Burkina Faso. *Journal of Life Science and Biomedicine* [Internet]. 2022;12(1):1-7. Disponible en: <https://doi.org/10.51145/jlsb.2022.1>
8. Ema FA, Shanta RN, Rahman MZ, Islam MA, Khatun MM. Isolation, identification, and antibiogram studies of *Escherichia coli* from ready-to-eat foods in Mymensingh, Bangladesh. *Veterinary World* [Internet]. 2022;15(6):1497-505. Disponible en: www.doi.org/10.14202/vetworld.2022.1497-1505

9. Xu S, Campisi E, Li J, Fischetti VA. Decontamination of *Escherichia coli* O157:H7 on fresh Romaine lettuce using a novel bacteriophage lysin. *Int J Food Microbiol* [Internet]. 2021;341(109068). Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2021.109068>
10. Giménez V, Padilla N, Arroyo A, Godoy Y, Terán Y, Petit Jiménez D. Evaluación de la calidad microbiológica y efecto del lavado en lechuga. *Agroindustria, Sociedad y Ambiente* [Internet]. 2020;2(1):33-54. Disponible en: <https://revistas.uclave.org/index.php/asa/article/view/2851>
11. Magdaniel LY, Fragoso-Castilla PJ. Coliformes en las principales hortalizas que se comercializan en los supermercados de Valledupar, César – Colombia. En: *La inocuidad de alimentos y su aporte a la seguridad alimentaria*. Colombia: Editorial EIDEC; 2020. p. 19-29.
12. Degaga B, Sebsibe I, Belete T, Asmamaw A. Microbial Quality and Safety of Raw Vegetables of Fiche Town, Oromia, Ethiopia. *J Environ Public Health* [Internet]. 2022;2022(2556858):1-10. Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2022/2556858>
13. Van der Putten BCL, Matamoros S, Mende DR, Scholl ER, Schultsz C. *Escherichia ruysiae* sp. nov., a novel Gram-stain-negative bacterium, isolated from a faecal sample of an international traveller. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* [Internet]. 2021;71(2):1-7. Disponible en: <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.004609>
14. Mishra M, Arukha AP, Patel AK, Behera N, Mohanta TK, Yadav D. Multi-Drug Resistant Coliform: Water Sanitary Standards and Health Hazards. *Front Pharmacol* [Internet]. 2018;9(311):1-8. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6005870/>
15. Donkor ES. Cockroaches and Food-borne Pathogens. *Environmental Health Insights* [Internet]. 2020;14(1178630220913365):1-6. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/1178630220913365>
16. Luna-Guevara JJ, Arenas-Hernandez MMP, Martínez de la Peña C, Silva JL, Luna-Guevara ML. The Role of Pathogenic *E. coli* in Fresh Vegetables: Behavior, Contamination Factors, and Preventive Measures. *Int J Microbiol* [Internet]. 2019;2019(2894328):1-10. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6899298/>
17. Vinderola G, Rivas M. Síndrome Urémico Hemolítico y yogur: entre la creencia popular y la evidencia científica. *Revista Chilena de Nutrición* [Internet]. 2020;47(1):148-52. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182020000100148>

18. Muloi DM, Hassell JM, Wee BA, Ward MJ, Bettridge JM, Kivali V, et al. Genomic epidemiology of *Escherichia coli*: antimicrobial resistance through a One Health lens in sympatric humans, livestock and peri-domestic wildlife in Nairobi, Kenya. *BMC Medicine* [Internet]. 2022;20(1:471):1-11. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12916-022-02677-7>
19. Wang H, Zhong Z, Luo Y, Cox E, Devriendt B. Heat-Stable Enterotoxins of Enterotoxigenic *Escherichia coli* and Their Impact on Host Immunity. *Toxins (Basel)* [Internet]. 2019;11(1:24):1-12. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6356903/>
20. Duan Q, Xia P, Nandre R, Zhang W, Zhu G. Review of Newly Identified Functions Associated With the Heat-Labile Toxin of Enterotoxigenic *Escherichia coli*. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology* [Internet]. 2019;9:1-11. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fcimb.2019.00292>
21. Schulz-Mirbach H, Müller A, Wu T, Pfister P, Aslan S, Schada von Borzyskowski L, et al. On the flexibility of the cellular amination network in *E. coli*. Khalil AS, Barkai N, Reitzer L, Segre D, editores. *eLife* [Internet]. 2022;11(e77492). Disponible en: <https://doi.org/10.7554/eLife.77492>
22. Mejía-Argueta E, Santillán-Benítez J, Mejía-Juárez J. Identificación de cepas de *E. coli* productoras de betalactamasas de espectro extendido (BLEE) aisladas en el Centro Médico ISSEMyM de Toluca. *CIENCIA ergo-sum* [Internet]. 2022;29(2):1-11. Disponible en: <http://doi.org/10.30878/ces.v29n2a5>
23. Okoronkwo CU. Food Poisoning of the Infantile Group, Microbiological Standpoint. *Journal of Food, Nutrition and Population Health* [Internet]. 2020;4(4:18):1-4. Disponible en: <https://www.primescholars.com/articles/food-poisoning-of-the-infantile-group-microbiological-standpoint.pdf>
24. Li H, Li W, Dai Y, Jiang Y, Liang J, Wang S, et al. Characteristics of Settings and Etiologic Agents of Foodborne Disease Outbreaks — China, 2020. *China CDC Wkly* [Internet]. 2021;3(42):889-93. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8545604/>
25. Kassahun M, Wongiel S. Food poisoning outbreak investigation in Dewachefa woreda, Oromia Zone, Amhara Region, Ethiopia, 2018. *BMC Res Notes* [Internet]. 2019;12(377):1-6. Disponible en: <https://doi.org/10.1186%2Fs13104-019-4407-9>
26. Thakur S, Unissa A, Begum S, Fatima M. A Burden of Gastroenteritis Associated With Comorbidities an Effective Management Strategy. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research* [Internet]. 2023;14(2):645-53. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.14\(2\).645-53](http://dx.doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.14(2).645-53)

27. Qi X, Alifu X, Chen J, Luo W, Wang J, Yu Y, et al. Descriptive study of foodborne disease using disease monitoring data in Zhejiang Province, China, 2016–2020. *BMC Public Health* [Internet]. 2022;22(1:1831):1-9. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12889-022-14226-1>
28. Mendoza-Balcázar J, Biler-Reyes SA, Reyes-Chávez L. Inocuidad alimentaria de los alimentos preparados, que se consumen en la ciudad de Manta. *Polo del Conocimiento* [Internet]. 2020;5(9):175-90. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7554420.pdf>
29. Arellano-Narváez R, Acosta-Gonzaga E. Prácticas de higiene en el proceso de elaboración de alimentos en microempresas de un mercado de Ciudad de México. *Estudios sociales* [Internet]. 2020;30(56):1-27. Disponible en: <https://doi.org/10.24836/es.v39i56.1003>
30. Figueroa-Ducoing BK, Carrillo-Sanchez AK, Rivera-Gutierrez S, Rios-Muñiz D, Estrada-Garcia T, Cerna-Cortes JF. In Mexico City, fresh-squeezed street-vended orange juice is contaminated with fecal coliforms, *Escherichia coli*, and Shiga toxin-producing *E. coli*: A potential risk for acquiring foodborne diseases. *Food Science and Technology* [Internet]. 2022;42(e52022):1-6. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/fst.52022>
31. Fernández S, Marcía J, Bu J, Baca Y, Chavez V, Montoya H, et al. Enfermedades transmitidas por Alimentos (Etas); Una Alerta para el Consumidor. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar* [Internet]. 2021;5(2):2284-98. Disponible en: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i2.433
32. Vizon KCC, Battad ZG, Castillo DSC. Contamination of food-borne parasites from green-leafy vegetables sold in public markets of San Jose City, Nueva Ecija, Philippines. *J Parasit Dis* [Internet]. 2019;43(4):651-7. Disponible en: <https://doi.org/10.1007%2Fs12639-019-01144-0>
33. Alcaldía de Cuenca. Mercado 10 de Agosto [Internet]. 2022 [citado 15 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://www.cuenca.gob.ec/content/mercado-10-de-agosto>
34. Google Maps. Mercado 10 de Agosto, Calle Larga, Cuenca [Internet]. 2023 [citado 15 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://www.google.com/maps/place/Mercado+10+de+Agosto/@-2.8991495,-79.0120378,17z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x91cd18120f1e6585:0x5bf3194ef103ddb1e8m2!3d-2.8991549!4d-79.0075531!16s%2Fg%2F1vzv4qtj>
35. INEN. Control microbiológico de los alimentos: toma, envío y preparación de muestras para el análisis microbiológico [Internet]. Quito, Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización; 1999 p. 22. Report No.: NTE INEN 1 529-2:99. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1529-2.pdf>

36. Moragas M, Valcárcel S. Recopilación de normas microbiológicas de los alimentos y asimilados (superficies, aguas diferentes de consumo, subproductos) y otros parámetros físico-químicos de interés sanitario [España] [Internet]. 2022. Disponible en: https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/cont_alim_seg_micro/es_def/djuntos/NORMAS-MICROBIOLOGICAS-ALIMENTOS-2022.pdf
37. Quarcoo G, Boamah Adomako LA, Abrahamyan A, Armoo S, Sylverken AA, Addo MG, et al. What Is in the Salad? Escherichia coli and Antibiotic Resistance in Lettuce Irrigated with Various Water Sources in Ghana. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2022;19(19:12722):1-12. Disponible en: <https://doi.org/10.3390%2Fijerph191912722>
38. Ghimire A, Upadhyaya J, Nayaju T, Lekhak B, Chaudhary DK, Raghavan V, et al. Microbial and Parasitic Contamination of Fresh Raw Vegetable Samples and Detection of the BlaTEM and BlaCTX-M Genes from E. coli Isolates. *Agriculture* [Internet]. 2020;10(8:341):1-13. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/agriculture10080341>

ANEXOS

Anexo 1. Autorización de realización de la investigación en el mercado



DIRECCIÓN DE
MERCADOS Y
COMERCIO AUTÓNOMO

Oficio Nro. DMCA-0513-2023

Cuenca, 31 de marzo de 2023

Señor
Diego Paul Andrade Campoverde
Presente.

De mi consideración

Anticipando mi sincero deseo de bienestar para usted y los suyos, a través de un cordial y atento saludo.

En atención a documento externo EX-8148-2023 ingresado a esta Dirección en fecha 31 de marzo del presente en el que textualmente cita "(...)autorice a **TOLEDO SARANGO JENNYFFER CAROLINA** con CI: 19 0478452 y **TORRES MAÑAY KAREN DOMÉNICA** con C.I.: 0105387203, estudiantes de la Universidad Católica de Cuenca, carrera de Biofarmacia para que realicen su trabajo de Titulación, Modalidad tesis en el mercado 10 de Agosto en los puestos que expenden verduras para la determinación de Coliformes Totales y *Escherichia coli* mediante la toma de muestras de la misma(...)"

En atención a su requerimiento me permito indicar que se AUTORIZA su solicitud, realizar coordinación a través del Técnico Christian Argudo Administrador del Mercado 10 de Agosto con celular nro. 099 566 5446.

Con sentimiento de estima y consideración.

Atentamente,



Firmado digitalmente por:
**CRISTIAN ANDRÉS
PATIÑO TORRES**

Mgst. Cristian Andrés Patiño Torres
DIRECTOR GENERAL DE MERCADOS Y COMERCIO AUTÓNOMO

Referencias:
- EXT-8148-2023

Anexos:
- 8148.pdf

Copia:
Técnico
Christian Vinicio Argudo Niveló
Servidor Municipal
GAD MUNICIPAL DEL CANTÓN CUENCA

DIRECCIÓN DE
MERCADOS Y
COMERCIO AUTÓNOMO

Teléfono: 41 1950
Cuenca, Ecuador
www.cuenca.gob.ec

@Mercados_Cuenca

@Direccion de Mercados y Comercio Autonomo

1/2

Anexo 2. Preparación y esterilización del material de laboratorio



Fuente: Mercado 10 de agosto, 2023.

Autoras: Toledo Sarango Jennyffer Carolina y Torres Mañay Karen Doménica.

Anexo 3. Muestras de lechuga



Fuente: Mercado 10 de agosto, 2023.

Autoras: Toledo Sarango Jennyffer Carolina y Torres Mañay Karen Doménica.

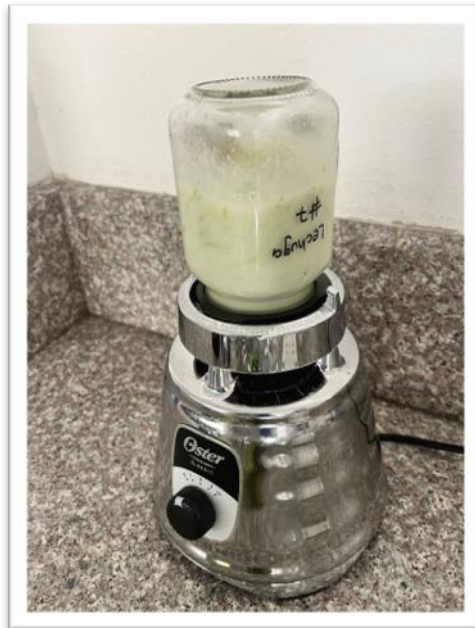
Anexo 4. Preparación de la muestra: pesado



Fuente: Universidad Católica de Cuenca.

Autoras: Toledo Sarango Jennyffer Carolina y Torres Mañay Karen Doménica.

Anexo 5. Preparación de la muestra



Fuente: Universidad Católica de Cuenca.

Autoras: Toledo Sarango Jennyffer Carolina y Torres Mañay Karen Doménica.

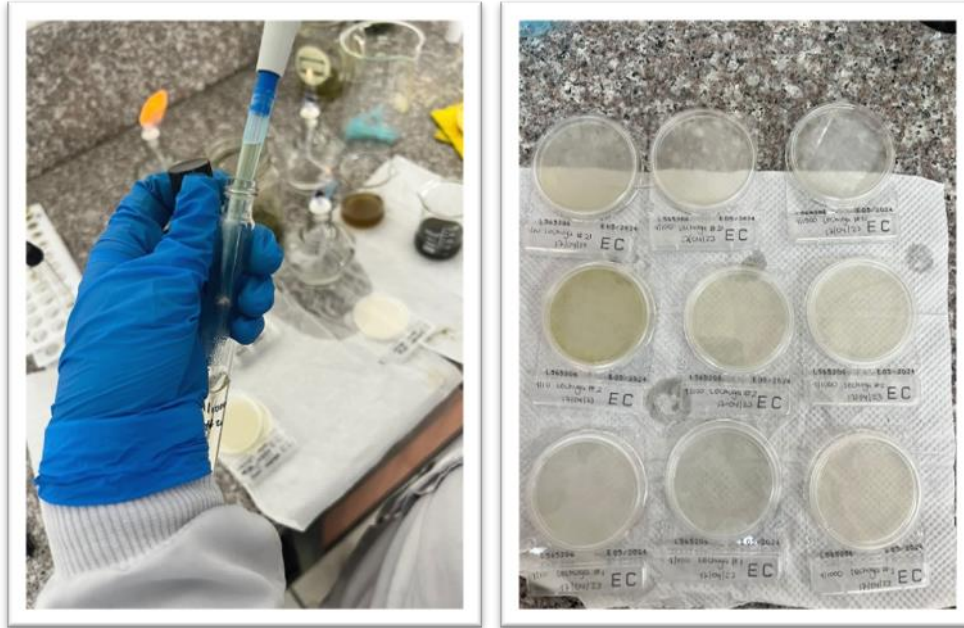
Anexo 6. Preparación de diluciones



Fuente: Universidad Católica de Cuenca.

Autoras: Toledo Sarango Jennyffer Carolina y Torres Mañay Karen Doménica.

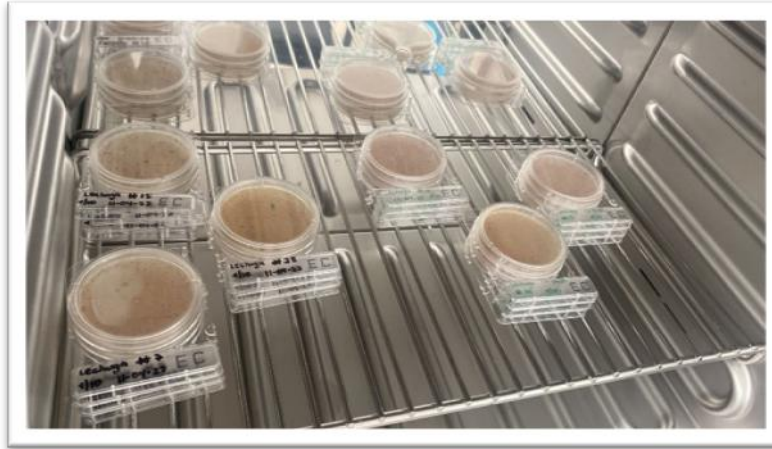
Anexo 7. Siembra microbiológica en placas Compact Dry EC



Fuente: Universidad Católica de Cuenca.

Autoras: Toledo Sarango Jennyffer Carolina y Torres Mañay Karen Doménica.

Anexo 8. Incubación Placas Compact Dry EC por 24 horas



Fuente: Universidad Católica de Cuenca.

Autoras: Toledo Sarango Jennyffer Carolina y Torres Mañay Karen Doménica.

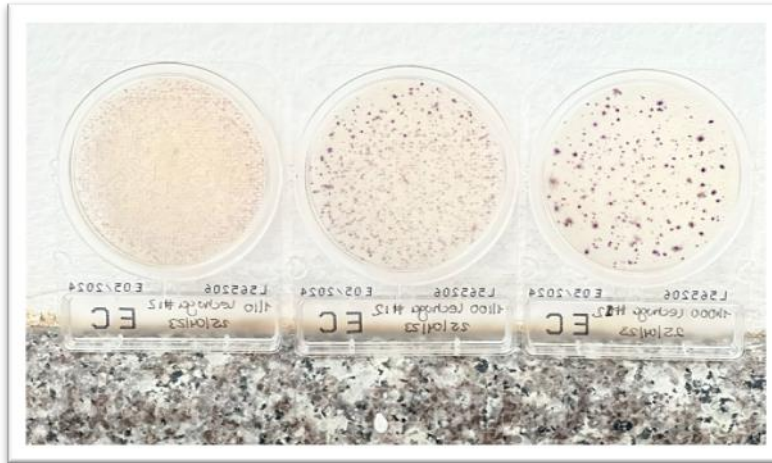
Anexo 9. Coliformes (colonias color violeta) lechuga puesto #30 y *E. coli* (colonias turquesa)



Fuente: Universidad Católica de Cuenca.

Autoras: Toledo Sarango Jennyffer Carolina y Torres Mañay Karen Doménica.

Anexo 10. Coliformes (colonias color violeta) lechuga puesto #12



Fuente: Universidad Católica de Cuenca.

Autoras: Toledo Sarango Jennyffer Carolina y Torres Mañay Karen Doménica.

Anexo 11. Coliformes (colonias color violeta) puesto #3



Fuente: Universidad Católica de Cuenca.

Autoras: Toledo Sarango Jennyffer Carolina y Torres Mañay Karen Doménica.

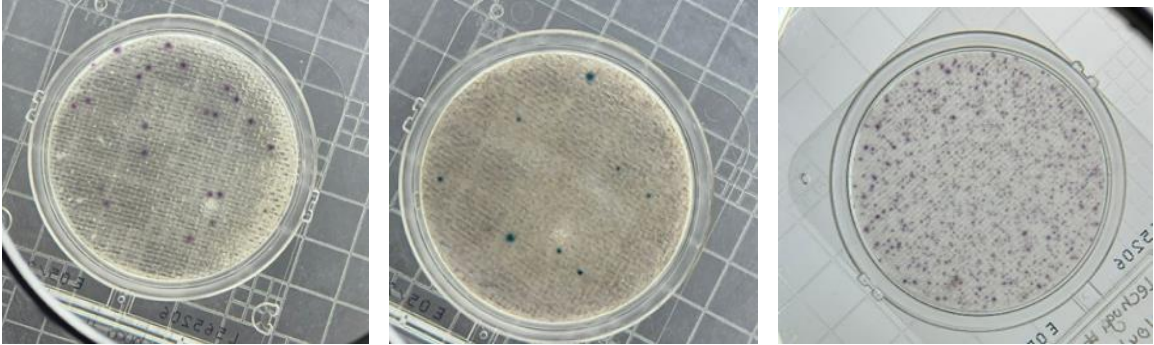
Anexo 12. *E.coli* (colonias color turquesa) y coliformes (colonias color violeta) puesto #29



Fuente: Universidad Católica de Cuenca.

Autoras: Toledo Sarango Jennyffer Carolina y Torres Mañay Karen Doménica.

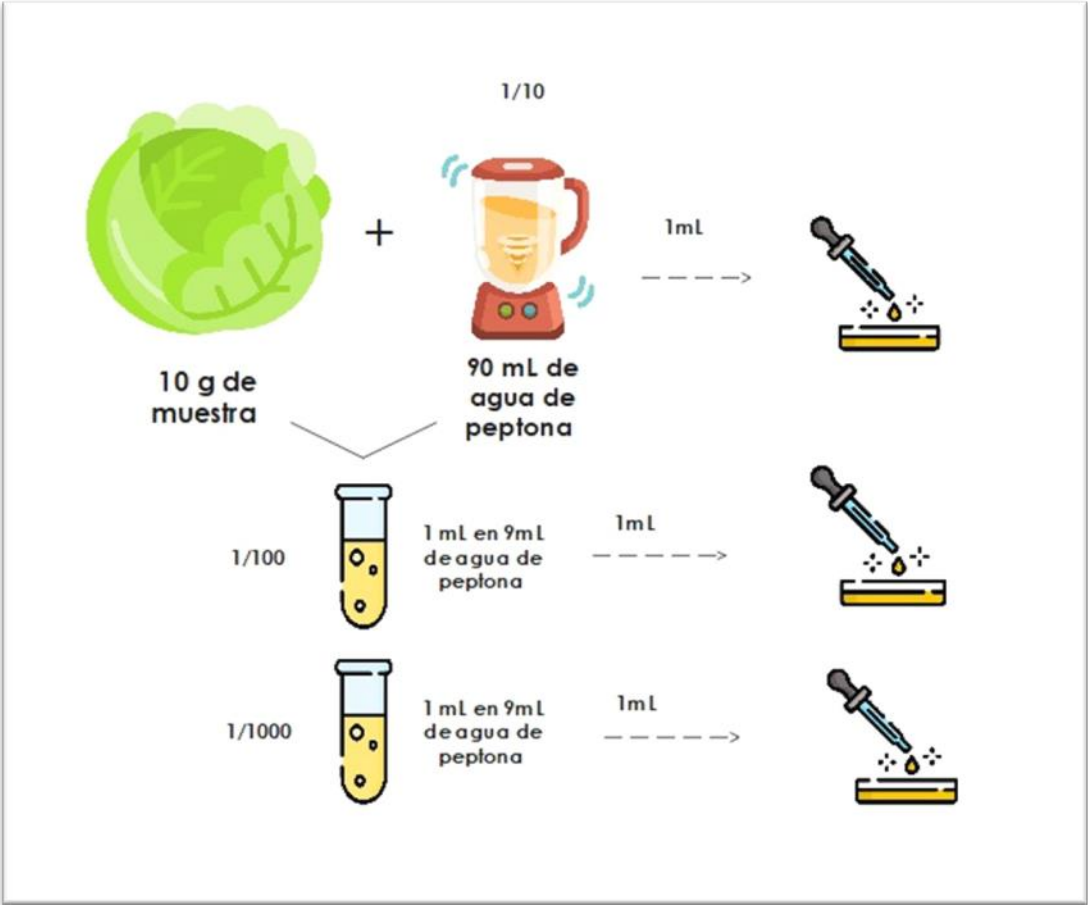
Anexo 13. Conteo de Unidades Formadoras de Colonias



Fuente: Universidad Católica de Cuenca.

Autoras: Toledo Sarango Jennyffer Carolina y Torres Mañay Karen Doménica.

Anexo 14. Flujograma de preparacion de muestras y diluciones para la determinacion de *E. coli* y coliformes totales



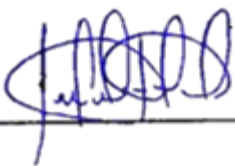
Anexo 15

 <p>Universidad Católica de Cuenca</p>	<p>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</p>	<p>CÓDIGO: F – DB – 30 VERSION: 01 FECHA: 2021-04-15 Página 56 de 57</p>
---	---	--

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Jennyffer Carolina Toleo Sarango portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **1900478452**. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del proyecto de titulación “**Determinación de Escherichia coli/coliformes en lechugas expandidas en el mercado 10 de agosto de la ciudad de Cuenca**” de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizo además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de éste proyecto de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.


Cuenca, **28 de julio de 2023**



Jennyffer Carolina Toledo Sarango

C.I. **1900478452**

Anexo 16

 <p>Universidad Católica de Cuenca</p>	<p>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</p>	<p>CÓDIGO: F – DB – 30 VERSION: 01 FECHA: 2021-04-15 Página 57 de 57</p>
---	---	--

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Karen Doménica Torres Mañay portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0105387203**. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del proyecto de titulación **“Determinación de Escherichia coli/coliformes en lechugas expandidas en el mercado 10 de agosto de la ciudad de Cuenca”** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizo además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de éste proyecto de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, **28 de julio de 2023**



Karen Doménica Torres Mañay

C.I. **0105387203**