



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO

TRABAJO DE TITULACIÓN

**Modalidad Publicaciones Científicas/Capítulo de
Libro**

Tema:

Detección de Escherichia coli en Lactuca sativa comercializada en mercados de Manta.

Autor:

Joksil Gabriel Murillo Mera

Tutor:

Stalin Patricio Santana Ponce

Periodo 2026-1

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **Joksil Gabriel Murillo Mera**, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación denominado "**Detección de Escherichia coli en Lactuca sativa comercializada en mercados de Manta**", modalidad de trabajo de integración curricular publicaciones científicas/capítulo de libro, de conformidad con el Art. 114 del Código orgánico de la economía social de los conocimientos, creatividad e innovación, concedo a favor de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de esta producción, con fines estrictamente académicos. Así mismo, autorizamos a la Uleam de Manta, para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de titulación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que este informe objeto de la presente autorización, es original en su forma de expresión y no infringe el derecho del autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Uleam.

AUTOR:



Joksil Gabriel Murillo Mera

C.I. 1350686489

CERTIFICADO TUTOR

	NOMBRE DEL DOCUMENTO:	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	CERTIFICADO DE TUTOR(A).	
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO	REVISIÓN: 1
	BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad Ciencias de la Salud de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría de la estudiante, **MURILLO MERA JOKSIL GABRIEL**, legalmente matriculada en la carrera de Laboratorio Clínico, período académico 2026-1, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto de investigación es **"DETECCIÓN DE ESCHERICHIA COLI EN LACTUCA SATIVA COMERCIALIZADA EN MERCADOS DE MANTA"**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 24 de Julio de 2026.

Lo certifico,


Ing. Stalin Patricio Santana Ponce, Mgs.
Docente Tutor
Área: Salud-Laboratorio Clínico

CERTIFICADO ANTIPLAGIO



Informe de análisis
Compilatio Magister+ | ULEAM-ECU

final Detección de Escherichia coli en Lactuca sativa comercializada en mercados de Manta
ID : 717bb3179d7dabc40279bf0f1d40e534c35f1fe5



9%
Textos sospechosos

Nombre del fichero : final Detección de Escherichia coli en Lactuca sativa comercializada en mercados de Manta.txt Tamaño del archivo original : 757,58 kB Número de palabras : 2700	Depositante : STALIN PATRICIO SANTANA PONCE Fecha de depósito : 28 de julio de 2026 Tipo de carga : interface fecha de fin de análisis : 28 de julio de 2026
---	---

Dedicatoria

Dedico este trabajo, en primer lugar a Dios por ser mi guía, mi fortaleza y mi refugio en cada etapa de este camino, gracias por concederme la vida, la salud, la sabiduría y la perseverancia necesaria para superar cada obstáculo y permitirme culminar con éxito esta importante meta académica.

A mis padres, Gabriel y Katherine quienes con su amor incondicional, sacrificio, trabajo incansable y ejemplo de vida hicieron posible que hoy alcance este sueño. Gracias por creer siempre en mí, por apoyarme en cada decisión, por brindarme las herramientas necesarias para crecer como persona y como profesional, por enseñarme que la honestidad, la humildad, el respeto y la perseverancia son valores fundamentales para enfrentar la vida. Este logro también les pertenece, porque cada paso que he dado ha sido posible gracias a su entrega y dedicación.

A mi hermano, Kamiel por acompañarme en este camino y por ser una fuente constante de motivación. Espero que este logro sea un ejemplo de que con esfuerzo, disciplina y determinación, es posible alcanzar las metas que uno se propone. Estoy convencido de que ambos lograremos grandes cosas y superaremos cada desafío que la vida nos presente, siempre apoyándonos mutuamente como hermanos.

A mi abuela Monserrate por su amor, sus consejos, sus oraciones y su apoyo constante. Quiero dedicar de manera muy especial este logro a la memoria de mi abuelo Silvino quien aunque ya no se encuentra físicamente a mi lado, permanece siempre presente en mi corazón y en cada uno de mis recuerdos. Su ejemplo de vida, sus enseñanzas, sus consejos y el cariño que siempre me brindó dejaron una huella imborrable en mí. A mis abuelitos José y Rosa me habría llenado de alegría poder compartir este momento con ellos pero estoy seguro de que desde el cielo celebran conmigo este importante logro. Esta meta alcanzada también es en su honor y un homenaje al amor que me brindaron.

A Maholy, Melany, Ariel, gracias por su amistad, sus palabras de aliento, por la confianza que depositaron en mí y por brindarme su cariño y apoyo incondicional en los momentos más difíciles. Cada consejo, cada gesto de afecto y cada muestra de confianza fueron una motivación para seguir adelante y no rendirme ante las adversidades.

A mis compañeras de universidad, Melany y Samy, gracias por su compañerismo, por el apoyo brindado durante estos años y por demostrar que el trabajo en equipo y la amistad hacen más llevadero cualquier desafío.

A las personas de mi familia que caminaron junto a mí, gracias por su amor, comprensión y apoyo incondicional.

Finalmente me dedico este logro a mí mismo, como reconocimiento al esfuerzo, la constancia, la disciplina y la perseverancia demostrada a lo largo de estos años de formación universitaria.

No fue un camino sencillo, estuvo lleno de desafíos, sacrificios y momentos de incertidumbre pero cada obstáculo me permitió crecer, aprender y fortalecer mi carácter. Hoy miro atrás con orgullo por todo lo recorrido y agradezco haber tenido la determinación de no rendirme. Este trabajo representa la culminación de una etapa muy importante de mi vida y el comienzo de nuevos retos.

Joksil Gabriel Murillo Mera.

Agradecimiento

A mi tutor Patricio Santana por su orientación, apoyo y acompañamiento durante el desarrollo de este trabajo investigativo.

Al licenciado Faryd Llerena, le agradezco por el apoyo brindado, por cada consejo, y por todas las anécdotas durante todo este proceso.

A los licenciados: Moisés, Zuleyka, Jefferson, Mario, Anthony, Jasmany, Juan, Ericka, Glenda, Walter, gracias por la paciencia en mi internado, sus consejos, experiencia y ejemplo fueron fundamentales para fortalecer mi formación profesional y humana, dejando en mí enseñanzas que llevaré durante toda mi vida laboral.

A quienes llegaron recientemente a mi vida, gracias por su apoyo, compañía y por convertirse en tan poco tiempo, en una fuente de motivación y aprendizaje. Su presencia ha aportado nuevas experiencias, alegría y fortaleza, demostrando que las personas llegan en el momento indicado para dejar una huella positiva en nuestro camino.

Finalmente, agradezco a todas las personas que en algún momento de mi vida formaron parte de este camino. A quienes permanecieron a mi lado y a quienes por diferentes circunstancias tomaron rumbos distintos, les agradezco porque cada uno dejó una enseñanza valiosa. De cada encuentro, experiencia y despedida aprendí lecciones que contribuyeron a mi crecimiento personal y profesional. Todas esas vivencias me ayudaron a convertirme en la persona que soy hoy y a llegar hasta este momento tan importante de mi vida. A todos, de corazón, mi más sincero agradecimiento.

Joksil Gabriel Murillo Mera.

INDICE

RESUMEN.....	9
INTRODUCCIÓN.....	11
METODOLOGÍA	12
RESULTADOS.....	13
Distribución de las muestras analizadas.....	14
Recuento de coliformes totales	14
Recuento de Escherichia coli.	15
Comparación entre los puntos de comercialización.	16
Comparación gráfica.....	17
Detección de Escherichia coli O157:H1	17
Frecuencia de contaminación microbiológica.....	18
DISCUSIÓN.....	18
CONCLUSIÓN.....	20
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21

INDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS

Tabla 1. Distribución de las muestras analizadas.....	14
Tabla 2. Recuento de coliformes totales en muestras del mercado mayorista.....	14
Tabla 3. Recuento de coliformes totales en muestras de tiendas de abarrotes.	15
Tabla 4. Recuento de Escherichia coli en muestras del mercado mayorista.....	15
Tabla 5. Recuento de Escherichia coli en muestras de tiendas de abarrotes.	16
Tabla 6. Comparación del promedio de coliformes totales y Escherichia coli.....	16
Gráfico 1. Promedio de coliformes totales y Escherichia coli entre mercado mayorista y tiendas de abarrotes.	17
Tabla 7. Detección de Escherichia coli O157 mediante inmunocromatografía.	17
Tabla 8. Frecuencia de contaminación microbiológica en las muestras analizadas.....	18

Detección de Escherichia coli en Lactuca sativa comercializada en mercados de Manta.

Detection of Escherichia coli in Lactuca sativa Sold in Markets of Manta.

Joksil Gabriel Murillo Mera¹

e1316869542@live.ulead.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0003-4270-281X> 

Estudiante de Laboratorio Clínico

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ecuador

Stalin Patricio Santana Ponce²

stalin.santana@uleam.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-6133-9126> 

Ingeniero Industrial. Docente Tutor.;

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ecuador

RESUMEN

La contaminación microbiológica en hortalizas de hoja que se consumen frescas representa un problema de salud pública relevante, pues estos productos pueden funcionar como vehículo de microorganismos patógenos causantes de enfermedades transmitidas por alimentos. Esta investigación buscó verificar la presencia o ausencia de *Escherichia coli* en muestras de *Lactuca sativa* comercializadas en el municipio de Manta, así como establecer si la contaminación bacteriana se incrementaba durante el trayecto que recorre el producto desde el mercado mayorista hasta las tiendas minoristas. Así mismo se comprobó si existía la presencia del serotipo O157:H1 mediante técnica de inmunocromatografía. El estudio tuvo un enfoque cuantitativo acompañado con un diseño no experimental y de tipo descriptivo-comparativo. Se analizaron en total 40 muestras de lechuga, la determinación del número total de coliformes y del de *Escherichia coli* fue realizada mediante placa Petrifilm. Y el diagnóstico del serotipo O157:H1 se realizó con el cassette inmunocromatográfico CERTEST. Los resultados demuestran la existencia de coliformes totales y de *E. coli* en todas las muestras examinadas sin tener un incremento relevante de la contaminación desde el mayorista hasta los supermercados y solo una muestra obtenida del mercado mayorista fue positiva para el serotipo O157:H1.

Como resultado se determina que la contaminación existía desde el inicio de la cadena productiva hasta la fase de comercialización lo que hace evidente la necesidad de fortalecer las prácticas de limpieza y seguridad para prevenir la contaminación microbiana y mantener una alimentación segura para los consumidores.

Palabras clave: Escherichia coli, Lactuca sativa, inocuidad alimentaria, coliformes, mercado mayorista.

ABSTRACT

Microbiological contamination in leafy vegetables consumed fresh represents a significant public health problem, as these products can serve as a vehicle for pathogenic microorganisms that cause foodborne illnesses. This study sought to verify the presence or absence of Escherichia coli in samples of Lactuca sativa sold in the municipality of Manta, as well as to determine whether bacterial contamination increased during the product's journey from the wholesale market to retail stores. Additionally, the study tested for the presence of serotype O157:H1 using an immunochromatography technique. The study employed a quantitative approach with a non-experimental, descriptive-comparative design. A total of 40 lettuce samples were analyzed; the total coliform count and Escherichia coli count were determined using Petrifilm plates. The O157:H1 serotype was diagnosed using the CERTTEST immunochromatographic cassette. The results show the presence of total coliforms and E. coli in all samples examined, with no significant increase in contamination from the wholesale market to the supermarkets; only one sample obtained from the wholesale market tested positive for the O157:H1 serotype.

As a result, it was determined that contamination was present from the beginning of the production chain through the marketing phase, highlighting the need to strengthen cleaning and safety practices to prevent microbial contamination and ensure food safety for consumers.

Keywords: Escherichia coli, Lactuca sativa, food safety, coliforms, wholesale market.

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades que se transmiten a través del alimento son uno de los problemas de salud pública más importantes ya que estas causan tanto daño a la salud humana como una mala imagen para la seguridad alimentaria. Según la OMS (2022) millones de personas se ven cada año afectadas por enfermedades provocadas por el consumo de alimentos contagiados con bacterias, virus e incluso otros agentes patógenos. Entre los vehículos de transmisión más comunes se encuentran las hortalizas de consumo fresco, que suelen llegar al consumidor sin haber recibido un tratamiento adecuado que elimine este tipo de riesgos.

Las hortalizas de hoja verde como la lechuga se consumen ampliamente por su alto valor nutricional. Sin embargo sus procesos de producción y comercialización pueden elevar el riesgo de contaminación microbiológica, ya que el producto entra en contacto con el suelo, el agua de riego, fertilizantes orgánicos, utensilios, superficies y las manos de quienes lo manipulan. Estas condiciones favorecen la presencia de microorganismos indicadores de contaminación fecal, como *E. coli*, cuya detección constituye un método ampliamente utilizado para evaluar la seguridad microbiológica de los alimentos (Jay, 2005).

De acuerdo con Denamur et al. (2021), *E. coli* es un grupo de bacterias que forma parte de la flora intestinal normal en humanos y animales pero ciertas cepas tienen elementos virales capaces de causar enfermedades gastrointestinales serias. Entre los distintos serotipos el O157:H1 destaca como uno de los principales agentes vinculados a enfermedades transmitidas por alimentos debido a su capacidad de producir toxinas Shiga y desencadenar complicaciones como el síndrome urémico hemolítico (Ochoa Avilés et al., 2024). Este tipo de riesgo se presenta con mayor frecuencia en mercados mayoristas y minoristas, donde la manipulación constante de los productos favorece la contaminación cruzada y el incremento de la carga bacteriana. En la ciudad de Manta la distribución de hortalizas inicia en un centro de acopio mayorista desde donde después son distribuidas hacia mercados municipales y tiendas de abarrotes, las diferentes condiciones ambientales y de manejo que existen durante este paso pueden contribuir a la multiplicación de las bacterias y poner en riesgo la seguridad alimentaria antes de que el producto llegue al consumidor final, actualmente no hay evidencia científica suficiente para determinar si el consumo de *E. coli* aumenta durante el período de distribución.

Como señalan Alhadlaq et al. (2024), la vigilancia microbiológica de los alimentos frescos resulta una herramienta indispensable para reducir los brotes asociados a cepas de *E. coli* ya que la contaminación puede originarse en cualquier punto de la cadena alimentaria ya sea desde la producción primaria hasta la venta al consumidor final.

Esta investigación se centró en analizar muestras microbiológicas de *Lactuca sativa* comercializada en el mercado mayorista y en tiendas de abarrotes de Manta con el fin de comparar las variaciones en la contaminación a lo largo de la cadena de distribución y su importancia está en que aporta evidencia científica local que contribuya a fortalecer los programas de vigilancia sanitaria y a mejorar las prácticas de manipulación e inocuidad alimentaria. En este contexto el objetivo de la investigación se basó en determinar la presencia de *E. coli* en muestras de *Lactuca sativa* comercializadas en mercados de Manta y verificar el posible incremento de la contaminación microbiológica desde el centro de acopio mayorista hasta las tiendas de abarrotes, y detectar la presencia del serotipo *E. coli* O157:H1.

METODOLOGÍA

La investigación se realizó en la ciudad de Manta donde las muestras fueron recolectadas en el mercado mayorista, considerado el principal centro de acopio de hortalizas de la ciudad y en diferentes tiendas de abarrotes que comercializan *Lactuca sativa* destinada al consumo humano. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo lo que permitió obtener datos medibles sobre la presencia de *E. coli* y coliformes totales en las muestras de *Lactuca sativa* mediante técnicas microbiológicas estandarizadas. Su alcance fue descriptivo-comparativo: donde se describieron los niveles de contaminación microbiológica encontrados en las muestras y por otro se compararon los resultados obtenidos entre el mercado mayorista y las tiendas de abarrotes de la ciudad de Manta. En cuanto al diseño, este fue no experimental, de corte transversal y de campo, ya que las variables se observaron en su contexto natural, sin intervención alguna, y tanto la recolección como el análisis de las muestras se realizaron dentro de un solo período de estudio. Se realizó la investigación en Manta, en donde la población de estudio se enfocó en puestos que vendan verduras y hortalizas, con especial atención en Lechugas (*Lactuca Sativa*). Se eligieron 40 lechugas las cuales se distribuyeron en dos categorías, es decir 20 muestras del mercado mayorista (lugar donde se concentra el centro de acopio) y 20 muestras de diversas tiendas de tiendas de

abarrotes urbanos, gracias a esta distribución se hizo posible comparar las cargas de *E. coli* y coliformes totales en esos lugares para verificar si aumentaban durante el transporte hacia el público final.

La selección se realizó mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, priorizando los establecimientos con mayor tenencia de lechuga. Cada muestra fue identificada mediante un código alfanumérico (M1/T1–M40/T40) lo que facilitó su identificación y seguimiento durante el estudio, la información de cada muestra se registró en una ficha de datos. Las muestras se colocaron en recipientes estériles y se transportaron al laboratorio en un Cooler térmico para mantener las condiciones necesarias de las muestras hasta su procesamiento.

La presencia del serotipo patógeno O157:H1 se identificó analizando las colonias compatibles obtenidas en aislamiento de colonias en Agar MacConkey y posteriormente mediante la prueba de inmunocromatografía con el cassette CERTEST *E. coli* O157:H1 conforme a las instrucciones del fabricante para asegurar la confiabilidad de los resultados, la interpretación se realizó observando las bandas de control y de prueba en el cassette, clasificando cada muestra como positiva o negativa para el serotipo O157:H1.

RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos a partir del análisis microbiológico realizado en las muestras de *Lactuca sativa* comercializadas en la ciudad de Manta, para ello se analizaron cuarenta muestras de lechuga de las cuales veinte fueron obtenidas en el mercado mayorista (centro de acopio) y veinte en diferentes tiendas de abarrotes de la ciudad.

A cada una de las muestras se le realizó el recuento de coliformes totales y *E. coli* mediante placas Petrifilm *E. coli*/Coliform Count expresando los resultados en Unidades Formadoras de Colonias por gramo (UFC/g). Posteriormente las colonias compatibles fueron analizadas mediante inmunocromatografía utilizando el cassette CERTEST para determinar la presencia del serotipo *Escherichia coli* O157:H1.

Distribución de las muestras analizadas

Tabla 1. Distribución de las muestras analizadas.

Origen de la muestra	Número de muestras	Porcentaje %
Mercado Mayorista	20	50
Tiendas de abarrotes	20	50
Total	40	100

Fuente: Elaboración propia.

La distribución equitativa de las muestras permitió establecer una comparación objetiva entre el mercado mayorista y las tiendas de abarrotes, disminuyendo posibles sesgos relacionados con el tamaño de la muestra y facilitando el análisis comparativo de los resultados microbiológicos.

Recuento de coliformes totales

Tabla 2. Recuento de coliformes totales en muestras del mercado mayorista.

Muestra	Procedencia	Coliformes totales (UFC/g)
M1	Mercado mayorista	67 x10 ³
M2	Mercado mayorista	51 x10 ³
M3	Mercado mayorista	66 x10 ³
M4	Mercado mayorista	68 x10 ³
M5	Mercado mayorista	25 x10 ³
M6	Mercado mayorista	128 x10 ³
M7	Mercado mayorista	212 x10 ³
M8	Mercado mayorista	64 x10 ³
M9	Mercado mayorista	35 x10 ³
M10	Mercado mayorista	78 x10 ³
M11	Mercado Central Municipal	56 x10 ³
M12	Mercado Central Municipal	69 x10 ³
M13	Mercado Central Municipal	98 x10 ³
M14	Mercado Central Municipal	89 x10 ³
M15	Mercado Central Municipal	64 x10 ³
M16	Mercado Central Municipal	32 x10 ³
M17	Mercado Los Esteros	65 x10 ³
M18	Mercado Los Esteros	91 x10 ³
M19	Mercado Los Esteros	60 x10 ³
M20	Mercado Los Esteros	71 x10 ³
Total		1489 x10³

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Recuento de coliformes totales en muestras de tiendas de abarrotes.

Muestra	Procedencia	Coliformes totales (UFC/g)
M21	Tienda de abarrotes	75 x10 ³
M22	Tienda de abarrotes	89 x10 ³
M23	Tienda de abarrotes	92x10 ³
M24	Tienda de abarrotes	87 x10 ³
M25	Tienda de abarrotes	24 x10 ³
M26	Tienda de abarrotes	74 x10 ³
M27	Tienda de abarrotes	67 x10 ³
M28	Tienda de abarrotes	88 x10 ³
M29	Tienda de abarrotes	106 x10 ³
M30	Tienda de abarrotes	59 x10 ³
M31	Tienda de abarrotes	92 x10 ³
M32	Tienda de abarrotes	89 x10 ³
M33	Tienda de abarrotes	98 x10 ³
M34	Tienda de abarrotes	78 x10 ³
M35	Tienda de abarrotes	98 x10 ³
M36	Tienda de abarrotes	88 x10 ³
M37	Tienda de abarrotes	112 x10 ³
M38	Tienda de abarrotes	88 x10 ³
M39	Tienda de abarrotes	79 x10 ³
M40	Tienda de abarrotes	82 x10 ³
Total		1495 x10³

Fuente: Elaboración propia.

Se observó la presencia de coliformes totales en la totalidad de las muestras analizadas, tanto en el mercado mayorista como en las tiendas de abarrotes los recuentos obtenidos fueron similares entre ambos grupos evidenciando que la contaminación microbiológica ya estaba presente antes de que el producto llegara a los establecimientos minoristas.

Recuento de Escherichia coli.

Tabla 4. Recuento de Escherichia coli en muestras del mercado mayorista.

Muestra	Procedencia	E. coli (UFC/g)
M1	Mercado mayorista	7 x10 ³
M2	Mercado mayorista	5 x10 ³
M3	Mercado mayorista	4 x10 ³
M4	Mercado mayorista	2 x10 ³
M5	Mercado mayorista	4 x10 ³
M6	Mercado mayorista	3 x10 ³
M7	Mercado mayorista	4 x10 ³
M8	Mercado mayorista	3 x10 ³
M9	Mercado mayorista	5 x10 ³
M10	Mercado mayorista	6 x10 ³
M11	Mercado Central Municipal	4 x10 ³
M12	Mercado Central Municipal	4 x10 ³
M13	Mercado Central Municipal	2 x10 ³
M14	Mercado Central Municipal	6 x10 ³
M15	Mercado Central Municipal	5 x10 ³
M16	Mercado Central Municipal	6 x10 ³
M17	Mercado Los Esteros	4 x10 ³
M18	Mercado Los Esteros	2 x10 ³
M19	Mercado Los Esteros	5 x10 ³
M20	Mercado Los Esteros	6 x10 ³
Total		87 x10³

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Recuento de Escherichia coli en muestras de tiendas de abarrotes.

Muestra	Procedencia	E. coli (UFC/g)
M21	Tienda de abarrotes	4 x10 ³
M22	Tienda de abarrotes	2 x10 ³
M23	Tienda de abarrotes	5 x10 ³
M24	Tienda de abarrotes	4 x10 ³
M25	Tienda de abarrotes	6 x10 ³
M26	Tienda de abarrotes	7 x10 ³
M27	Tienda de abarrotes	2 x10 ³
M28	Tienda de abarrotes	4 x10 ³
M29	Tienda de abarrotes	5 x10 ³
M30	Tienda de abarrotes	5 x10 ³
M31	Tienda de abarrotes	1 x10 ³
M32	Tienda de abarrotes	6 x10 ³
M33	Tienda de abarrotes	7 x10 ³
M34	Tienda de abarrotes	2 x10 ³
M35	Tienda de abarrotes	3 x10 ³
M36	Tienda de abarrotes	3 x10 ³
M37	Tienda de abarrotes	4 x10 ³
M38	Tienda de abarrotes	2 x10 ³
M39	Tienda de abarrotes	1 x10 ³
M40	Tienda de abarrotes	1 x10 ³
Total		74 x10³

Fuente: Elaboración propia.

La presencia de Escherichia coli fue confirmada en todas las muestras analizadas y los recuentos obtenidos entre ambos grupos fueron semejantes observándose únicamente pequeñas variaciones individuales que no modificaron el comportamiento general de la contaminación microbiológica.

Comparación entre los puntos de comercialización.

Tabla 6. Comparación del promedio de coliformes totales y Escherichia coli.

Variable	Mercado Mayorista	Tiendas de Abarrotes
Número de muestras	20	20
Promedio de coliformes totales (UFC/g)	74.45 × 10 ³	74.75 × 10 ³
Promedio de E. coli (UFC/g)	4.35 × 10 ³	3.70 × 10 ³
Valor máximo de coliformes totales (UFC/g)	212 × 10 ³	106 × 10 ³
Valor mínimo de coliformes totales (UFC/g)	25 × 10 ³	24 × 10 ³
Valor máximo de E. coli (UFC/g)	7 × 10 ³	7 × 10 ³
Valor mínimo de E. coli (UFC/g)	2 × 10 ³	1 × 10 ³

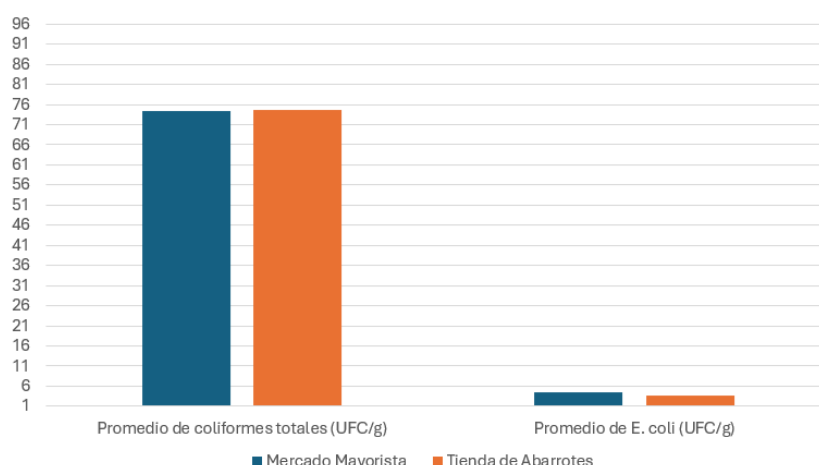
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran que el promedio de coliformes totales fue de 74,45 × 10³ UFC/g en las muestras del mercado mayorista y de 74,75 × 10³ UFC/g en las tiendas de abarrotes. En cuanto a E. coli, el promedio fue de 4,35 × 10³ UFC/g para el mercado mayorista y 3,70 × 10³ UFC/g para las tiendas.

Estos resultados indican que no existieron diferencias relevantes entre ambos grupos evidenciando que la contaminación microbiológica no aumentó significativamente durante el proceso de distribución de la lechuga.

Comparación gráfica

Gráfico 1. Promedio de coliformes totales y Escherichia coli entre mercado mayorista y tiendas de abarrotes.



Fuente: Elaboración propia.

La representación gráfica permite visualizar que los promedios obtenidos para ambos indicadores microbiológicos fueron muy similares entre el mercado mayorista y las tiendas de abarrotes. Esta tendencia confirma que la contaminación no presentó un incremento importante durante la etapa de comercialización.

Detección de Escherichia coli O157:H1

Tabla 7. Detección de Escherichia coli O157 mediante inmunocromatografía.

Procedencia	Positivo	Negativo	Total
Mercado mayorista	1	19	20
Tiendas	0	20	20
Total	1	39	40

Fuente: Elaboración propia.

De las cuarenta muestras analizadas únicamente una muestra procedente del mercado mayorista presentó resultado positivo para el serotipo O157:H1. Las treinta y nueve muestras restantes fueron negativas lo demuestra una baja frecuencia del serotipo patógeno dentro de las muestras estudiadas sin embargo su identificación representa un hallazgo de importancia sanitaria debido al potencial patógeno de este microorganismo.

Frecuencia de contaminación microbiológica.

Tabla 8. Frecuencia de contaminación microbiológica en las muestras analizadas.

Resultado	n	%
Mercado mayorista	40	100
Tiendas	40	100
Total	1	2,5

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran que el 100 % de las muestras presentó coliformes totales y 100 % presentó *E. coli* mientras que únicamente el 2,5 % (1 de 40 muestras) resultó positivo para *E. coli* O157:H1. Los resultados obtenidos evidencian que la contaminación microbiológica estuvo presente desde el inicio de la cadena de comercialización y que el proceso de distribución hacia las tiendas de abarrotes no produjo un incremento importante en la carga bacteriana observada.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta investigación muestran que *E. coli* estuvo presente en todas las muestras de *Lactuca sativa* analizadas lo que deja en evidencia la existencia de contaminación en las hortalizas de consumo fresco que se comercializan en la ciudad de Manta. La presencia de este microorganismo nos dice que la contaminación puede originarse en diferentes etapas de la cadena de producción y comercialización y algunos de los factores que podrían influir directamente o indirectamente sería el uso de agua de riego que esté contaminada, así mismo la aplicación de abonos orgánicos sin un tratamiento adecuado, el contacto con animales, las deficiencias en las prácticas de manipulación, así como las condiciones de transporte y almacenamiento que no cumplen con las medidas de higiene necesaria, todos estos factores favorecen la contaminación de la lechuga y representan un riesgo para la inocuidad del producto destinado al consumo humano, coincidiendo lo reportado por

Berger et al. (2010), quienes destacan que la contaminación de microbios en hortalizas frescas es un problema frecuente en la cadena alimentaria global.

Los hallazgos de este estudio coinciden con lo reportado en otras investigaciones, las cuales señalan que las hortalizas de consumo fresco especialmente aquellas que se consumen crudas pueden actuar como medio de transmisión de microorganismos indicadores de contaminación fecal, entre ellos los coliformes totales y *E. coli*.

La presencia de estas bacterias pone en evidencia posibles deficiencias en las prácticas de higiene durante las distintas etapas de la comercialización. Cabe considerar que, al tratarse de un producto que generalmente se consume sin cocción, la carga bacteriana presente no llega a eliminarse mediante un tratamiento térmico, lo que incrementa el riesgo de que los consumidores desarrollen una enfermedad transmitida por alimentos (EFSA & ECDC, 2023; Olaimat & Holley, 2012).

Al comparar los resultados obtenidos entre las muestras del mercado mayorista y las tiendas de abarrotes, no se observaron diferencias importantes en los niveles de contaminación microbiológica por lo que nos dice que la contaminación por coliformes totales y *Escherichia coli* ya estaba presente antes de que la lechuga llegara al mercado mayorista suponiendo que el origen probablemente se encuentra en etapas previas de la cadena de producción. Si bien vemos en las tiendas de abarrotes existen condiciones que podrían favorecer la permanencia o el crecimiento de algunos microorganismos los resultados obtenidos muestran que estas no fueron suficientes para generar un aumento significativo de la contaminación. Esto podría deberse al corto tiempo que permanece el producto en los establecimientos, a la constante rotación de la lechuga y a las condiciones de almacenamiento durante su comercialización, la presencia de *E. coli* O157:H1 en productos frescos ha sido identificada como un riesgo significativo para la salud pública en distintos países (Solomon et al., 2002).

En cuanto a la detección del serotipo *Escherichia coli* O157:H1, únicamente una de las muestras analizadas correspondiente al mercado mayorista dio positivo mediante la prueba de inmunocromatografía. Aunque se trata de un solo hallazgo no deja de ser importante desde el punto de vista de salud pública, ya que este serotipo pertenece al grupo de bacterias productoras de toxina Shiga (STEC), capaces de provocar enfermedades graves como colitis hemorrágica y síndrome urémico hemolítica por esta razón su identificación debe tomarse como una señal de alerta.

El hecho de que *E. coli* O157:H1 no se detectara en las muestras de las tiendas de abarrotes podría explicarse por la baja prevalencia de este serotipo dentro de las muestras presente o por una distribución irregular del microorganismo entre los distintos lotes de lechuga. Conviene recordar que la contaminación microbiológica en productos vegetales tiende a distribuirse de manera heterogénea de modo que un resultado negativo no garantiza que el microorganismo esté completamente ausente de la muestra comercializada. Los resultados obtenidos determinan la importancia de implementar estrategias de control microbiológico en toda la cadena de producción y comercialización de hortalizas para reducir la presencia de microorganismos patógenos en alimentos frescos. Además la utilización de métodos como Petrifilm para la cuantificación de microorganismos indicadores y técnicas inmunocromatográficas para la identificación de serotipos específicos constituye una herramienta útil para la vigilancia microbiológica debido a su rapidez, facilidad de aplicación y capacidad para generar información relevante sobre la inocuidad de los alimentos. El uso de pruebas rápidas como Petrifilm ha sido validado por estudios previos para el monitoreo eficiente de contaminación bacteriana según (Brehm-Stecher et al., 2009).

El hecho de que *E. coli* O157:H1 no se detectara en las muestras de las tiendas de abarrotes podría explicarse por la baja prevalencia de este serotipo dentro de la población bacteriana presente o por una distribución irregular del microorganismo entre los distintos lotes de lechuga. Conviene recordar que la contaminación microbiológica en productos vegetales tiende a distribuirse de manera heterogénea, de modo que un resultado negativo no garantiza que el microorganismo esté completamente ausente del lote comercializado.

CONCLUSIÓN

La investigación detectó la presencia de *E. coli* en muestras de *Lactuca sativa* comercializadas en la ciudad de Manta lo que evidencia contaminación microbiológica en las muestras analizadas, todos estos resultados confirman que la lechuga destinada al consumo fresco constituye un posible medio de transmisión de microorganismos indicadores de contaminación fecal, debido a la presencia de coliformes totales y *E. coli* durante su comercialización.

La aplicación de la inmunocromatografía permitió identificar la presencia de *E. Coli* O157:H1 en solo una muestra procedente del mercado mayorista, lo que confirma la presencia de este serotipo de relevancia sanitaria en productos vegetales de consumo directo, cabe recalcar que este tipo de pruebas no es confirmatoria, solo se presenta como un resultado de Screening. Si bien la detección fue limitada estos hallazgos constituyen evidencia de la posible exposición de los consumidores a cepas con potencial patogénico.

De acuerdo con la tabla 6, los resultados indican que el promedio de coliformes totales fue de 74.45×10^3 UFC/g en las muestras del mercado mayorista y de 74.75×10^3 UFC/g en las tiendas de abarrotes lo que evidencia una diferencia mínima entre ambos puntos de comercialización. De igual modo el promedio de *E. coli* en el mercado mayorista fue de $4,35 \times 10^3$ UFC/g, mientras que en las tiendas de abarrotes fue de $3,70 \times 10^3$ UFC/g. Estos datos indican que la carga microbiológica no se incrementó durante el proceso de distribución de la lechuga al ser la contaminación mínima y comparada en ambos grupos, el máximo de coliformes totales en el mercado mayorista fue superior (212×10^3 UFC/g), mientras que la presencia de *E. coli* fue igual lo cual justifica las diferencias sustanciales en la contaminación bacteriana media.

En lo referente al propósito establecido, se encontró que las muestras de *Lactuca sativa* vendidas en Manta están contaminadas microbiológicamente por *E. coli*, aunque no se evidencie un incremento notable a lo largo del proceso de venta. Los resultados indican la necesidad de considerar la inocuidad microbiológica de los productos hortícolas frescos como una característica crucial para garantizar la seguridad alimentaria y la protección de la salud pública.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alhadlaq, M. A., Aljeldah, M. M., Aljindan, R. Y., & Alghamdi, S. S. (2024). *Foodborne Escherichia coli infections: Sources, pathogenicity, detection, and prevention*. *Foods*, 13(4), 587. <https://doi.org/10.3390/foods13040587>
- Alhadlaq, M. A., Alharbi, N. S., Alzahrani, K. J., et al. (2024). *Microbiological surveillance of fresh foods and detection of foodborne pathogens: Implications for food safety and public health*.
- Beuchat, L. R. (2002). Ecological factors influencing survival and growth of human pathogens on raw fruits and vegetables. *Microbes and Infection*, 4(4), 413–423. [https://doi.org/10.1016/S1286-4579\(02\)01555-1](https://doi.org/10.1016/S1286-4579(02)01555-1)
- Berger, C. N., Sodha, S. V., Shaw, R. K., Griffin, P. M., Pink, D., Hand, P., & Frankel, G. (2010). Fresh fruit and vegetables as vehicles for the transmission of human pathogens. *Environmental Microbiology*, 12(9), 2385–2397. <https://doi.org/10.1111/j.1462-2920.2010.02297.x>

- Brehm-Stecher, B. F., Sherrill, T. W., Young, C. L., & Jaykus, L. A. (2009). Comparative study of visual plate interpretation methods for Petrifilm Aerobic Count Plates. *Journal of Food Protection*, 72(7), 1531–1534. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-72.7.1531>
- CERTEST BIOTEC. (2023). *CERTEST E. coli O157 immunochromatographic test: Instructions for use*. CERTEST BIOTEC.
- Codex Alimentarius Commission. (2022). *General principles of food hygiene (CXC 1-1969)*. FAO/WHO.
- Denamur, E., Clermont, O., Bonacorsi, S., & Gordon, D. M. (2021). The population genetics of pathogenic *Escherichia coli*. *Nature Reviews Microbiology*, 19(1), 37–54. <https://doi.org/10.1038/s41579-020-0416-x>
- European Food Safety Authority. (2021). *The European Union One Health 2020 zoonoses report*. *EFSA Journal*, 19(12), e06971. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6971>
- European Food Safety Authority (EFSA), & European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). (2023). *The European Union One Health 2022 zoonoses report*. *EFSA Journal*, 21(12). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2023.8442>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, & World Health Organization. (2008). *Microbiological hazards in fresh leafy vegetables and herbs: Meeting report*. FAO/WHO.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, & World Health Organization. (2023). *Food safety: Facts and figures*. FAO.
- Franz, E., Semenov, A. V., & Termorshuizen, A. J. (2008). Modeling the contamination of lettuce with *Escherichia coli* O157:H7 from manure-amended soil and the effect of interventions. *Journal of Applied Microbiology*, 105(5), 1569–1584. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2008.03878.x>
- Gómez-Aldapa, C. A., Rangel-Vargas, E., Torres-Vitela, M. R., Villarruel-López, A., & Castro-Rosas, J. (2013). Frequency and correlation of *Escherichia coli* and coliforms in fresh vegetables. *Journal of Food Protection*, 76(4), 631–636. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-12-364>

- International Commission on Microbiological Specifications for Foods. (2011). *Microorganisms in foods 8: Use of data for assessing process control and product acceptance*. Springer.
- Jay, J. M. (2005). *Microbiología moderna de los alimentos* (5.^a ed.). Editorial Acribia.
- Kintz, E., Liu, K., Tseng, M., Simmons, M., & Patrick, M. (2019). Outbreaks of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* associated with leafy greens. *Foodborne Pathogens and Disease*, 16(8), 1–10.
- Koseki, S., Isobe, S., & Itoh, K. (2004). Prediction of pathogen growth on fresh-cut vegetables under temperature abuse conditions. *Journal of Food Protection*, 67(7), 1381–1387.
- Luna-Guevara, J. J., Arenas-Hernández, M. M. P., Martínez de la Peña, C., Silva, J. L., & Luna-Guevara, M. L. (2019). The role of pathogenic *Escherichia coli* in fresh produce contamination. *International Journal of Microbiology*, 2019, Article ID 289517.
- Ochoa Avilés, A., Escandón, S., Ochoa Avilés, C., Heredia Andino, O., & Ortiz Ulloa, J. (2024). Incidencia de las enfermedades transmitidas por alimentos en Ecuador. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 41(3), 273–280. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2024.413.13456>
- Olaimat, A. N., & Holley, R. A. (2012). Factors influencing the microbial safety of fresh produce: A review. *Food Microbiology*, 32(1), 1–19. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2012.04.016>
- Organización Mundial de la Salud. (2022). *Inocuidad de los alimentos*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>
- Solomon, E. B., Yaron, S., & Matthews, K. R. (2002). Transmission of *Escherichia coli* O157:H7 from contaminated manure and irrigation water to lettuce plant tissue. *Applied and Environmental Microbiology*, 68(1), 397–400. <https://doi.org/10.1128/AEM.68.1.397-400.2002>