

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR UNIVERSITARIO
ESPAÑA
CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN LABORATORIO
CLÍNICO



TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNOLOGO SUPERIOR EN
LABORATORIO CLÍNICO

Tema:

IDENTIFICACIÓN DE *ESCHERICHIA COLI* EN ALIMENTOS CALLEJEROS Y SU
RELACIÓN CON ENFERMEDADES GASTROINTESTINALES

Modalidad: Presencial

Autor: Dionicio Marcelo Vargas Soria

Directora: Leda. Mónica Tatina Escobar Suárez, Mg.

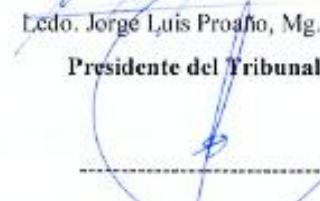
Ambato – Ecuador

2025

A la Unidad Académica de Titulación de la Carrera de Tecnología Superior en Laboratorio Clínico

El Tribunal receptor del Trabajo de integración curricular, presidido por el Licenciado Jorge Luis Proaño, Magister, e integrado por los señores Licenciada Nathaly Pico Rivera, Magister, y Licenciado Franklin Esteban Martínez Saltos, Magister, designados por el Colectivo Académico de Carrera del Instituto Superior Tecnológico España, para receptor el Trabajo de Integración Curricular con el tema: "IDENTIFICACIÓN DE *ESCHERICHIA COLI* EN ALIMENTOS CALLEJEROS Y SU RELACIÓN CON ENFERMEDADES GASTROINTESTINALES", elaborado y presentado por el señor, Dionicio Marcelo Vargas Soria, para optar por el Grado Académico de Tecnóloga Superior en Laboratorio Clínico; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Integración Curricular, el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas del Instituto Tecnológico Superior Universitario España.


Lcdo. Jorge Luis Proaño, Mg.
Presidente del Tribunal


Lcda. Nathaly Pico Rivera, Mg.
Miembro del Tribunal


Lcdo. Franklin Esteban Martínez Saltos, Mg.
Miembro del Tribunal

APROBACIÓN DEL DIRECTOR

Leda. Mónica Tatiana Escobar Suárez Mgs.

CERTIFICA:

En mi calidad de Director del trabajo de integración curricular: "IDENTIFICACIÓN DE *ESCHERICHIA COLI* EN ALIMENTOS CALLEJEROS Y SU RELACIÓN CON ENFERMEDADES GASTROINTESTINALES", presentado por el señor Dionicio Marcelo Vargas Soria, para optar por el Título de Tecnóloga Superior en Laboratorio Clínico CERTIFICO, que dicho proyecto ha sido prolijamente revisado y considero que responde a las normas establecidas en el reglamento de títulos y grados de la Carrera, suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

Ambato, 12 de septiembre de 2025.



Leda. Mónica Tatiana Escobar Suárez Mgs.

C.I: 1803736675

DIRECTORA

AUTORÍA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Integración Curricular presentado con el tema: "IDENTIFICACIÓN DE *ESCHERICHIA COLI* EN ALIMENTOS CALLEJEROS Y SU RELACIÓN CON ENFERMEDADES GASTROINTESTINALES", le corresponde exclusivamente a: Dionicio Marcelo Vargas Soria, Autor bajo la Dirección del **Lcda. Mónica Tatiana Escobar Suárez Mgs.** Director del Trabajo de integración curricular; y el patrimonio intelectual al Instituto Tecnológico Superior Universitario España.



Dionicio Marcelo Vargas Soria

AUTOR



Lcda. Mónica Tatiana Escobar Suárez Mgs.

DIRECTORA

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo al Instituto Tecnológico Superior Universitario España, para que el presente Trabajo de Integración Curricular, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi Trabajo de integración curricular, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones del Instituto.



Dionicio Marcelo Vargas Soria

C.I: 160067635-5

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN EJECUTIVO	XIII
ABSTRACT	XIV
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
EL PROBLEMA	3
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
OBJETIVOS.....	6
JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	6
DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	8
VIABILIDAD Y FACTIBILIDAD DEL PROBLEMA	9
CAPÍTULO II.....	11
MARCO TEÓRICO	11
MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.....	11
BASES TEÓRICAS	14
CATEGORÍAS FUNDAMENTALES	18
MARCO TEÓRICO OPERACIONAL	19
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	21
CAPÍTULO III	23

METODOLOGÍA.....	23
DISEÑO METODOLÓGICO... ..	23
ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	23
MÉTODOS E INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN	23
CUESTIONARIO O INSTRUMENTOS UTILIZADOS... ..	26
POBLACIÓN	27
MUESTRA.....	27
CRITERIOS DE INCLUSIÓN.....	29
CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.....	29
RECURSOS	29
CAPÍTULO IV	33
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	33
CAPÍTULO V	64
CONCLUSIONES.....	64
RECOMENDACIONES	65
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
ANEXOS.....	70

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Categorías fundamentales	18
Gráfico 2: Distribución de bacterias en 30 locales de Puyo	50
Gráfico 3: Lavado de manos.....	51
Gráfico 4: Limpieza de utensilios.....	52
Gráfico 5: Lavado de alimentos	53
Gráfico 6: Temperatura de alimentos	54
Gráfico 7: Evita la contaminación cruzada.....	55
Gráfico 8: Almacenamiento de alimentos	56
Gráfico 9: Desinfección de utensilios.....	57
Gráfico 10: Evita la manipulación del dinero y los alimentos	58
Gráfico 11: Utilización de agua potable.....	59
Gráfico 12: Conoce la prevención por <i>E.coli</i>	60
Gráfico 13: Resultados de la encuesta.....	62

ÍNDICE DE TABLAS

Cuadro 1: Operacionalización de la Variable Independiente.....	21
Cuadro 2: Operacionalización de la Variable Dependiente.....	22
Cuadro 3: Descripción del Recurso Humano participante en la investigación.....	29
Cuadro 4: Honorarios del Recurso Humano de la investigación	30
Cuadro 5: Recursos materiales utilizados en la investigación.....	31
Cuadro 6: Costo total de la investigación	31
Cuadro 7: Bacterias en medios de cultivo	34
Cuadro 8: Resultados de la encuesta.....	61

AGRADECIMIENTO

A Dios por bendecirme por el camino del bien lo cual me ayudo para seguir adelante y alcanzar el éxito, y logar formarme en una profesional.

Al Laboratorio de Especialidades, por haberme abierto las puertas, para que logre aprendizajes de calidad.

Dionicio Marcelo Vargas Soria

DEDICATORIA

A mis Padres Edison Vargas y Marlene Soria por ser el motor de mi vida, por guiarme por el buen camino por estar muy pendiente de mí en toda mi vida estudiantil.

A mi Hermana Marely Vargas por ser una hermana ejemplar y los que han estado para mí en todo momento, han confiado en mí, este logro es para ustedes.

Dionicio Marcelo Vargas Soria

INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO ESPAÑA

CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN LABORATORIO CLÍNICO

TEMA:

IDENTIFICACIÓN DE *ESCHERICHIA COLI* EN ALIMENTOS CALLEJEROS Y SU RELACIÓN CON ENFERMEDADES GASTROINTESTINALES

AUTOR:

DIRECTOR: Lcda. Mónica Tatiana Escobar Suárez Mgs.

FECHA: 12 de septiembre del 2025.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de investigación tuvo como finalidad determinar la presencia de *Escherichia coli* en alimentos expendidos en la vía pública y examinar su relación con la aparición de enfermedades gastrointestinales en la ciudad de Puyo, provincia de Pastaza. La motivación principal surge de la importancia de la seguridad alimentaria, ya que la venta de comidas callejeras, aunque representa una fuente de sustento económico, también constituye un riesgo considerable para la salud pública debido a la deficiente manipulación, ausencia de controles higiénicos y limitaciones en la conservación de los productos. Para el estudio se adoptó un enfoque cuantitativo de carácter descriptivo y correlacional, aplicando un muestreo no probabilístico por conveniencia. Se analizaron alimentos provenientes de 30 locales ubicados en el terminal terrestre y zonas de mayor concurrencia, complementados con encuestas a consumidores y análisis microbiológicos en laboratorio. Los hallazgos demostraron que el 93.3 % de los establecimientos presentaron contaminación por *Escherichia coli*, lo que refleja la influencia de factores como el empleo de agua no apta, la manipulación inadecuada y la falta de refrigeración en la proliferación bacteriana.

Las conclusiones confirman que la contaminación por *E. coli* guarda una estrecha relación con la incidencia de enfermedades digestivas, especialmente cuadros diarreicos agudos, afectando en mayor medida a niños, personas mayores y grupos inmunocomprometidos. A partir de estos resultados, se propone la ejecución de programas permanentes de capacitación en higiene alimentaria, el fortalecimiento de los sistemas de control sanitario, la dotación de infraestructura básica a los vendedores y la creación de normativas locales que regulen el expendio de alimentos, asegurando así el acceso a productos más seguros para la población.

Palabras clave: *Escherichia coli*, alimentos callejeros, enfermedades gastrointestinales, contaminación bacteriana, seguridad alimentaria.

ABSTRACT

This research aimed to determine the presence of *Escherichia coli* in street-vended foods and examine its relationship with the occurrence of gastrointestinal diseases in the city of Puyo, Pastaza Province. The study was motivated by the importance of food safety, since street food vending, although it represents an economic livelihood, also constitutes a considerable public health risk due to poor handling practices, lack of hygiene controls, and limitations in product preservation. A quantitative, descriptive, and correlational approach was applied, using a non-probabilistic convenience sampling method. Food samples were collected from 25 vendors located in the bus terminal and other high-traffic areas. These were complemented with consumer surveys and microbiological analyses in the laboratory. The findings revealed that 88% of the establishments showed contamination by *Escherichia coli*, highlighting the influence of factors such as the use of non-potable water, inadequate handling, and absence of refrigeration in bacterial proliferation.

The conclusions confirm that contamination by *E. coli* is closely linked to the incidence of gastrointestinal disorders, particularly acute diarrheal syndromes, which mainly affect children, the elderly, and immunocompromised individuals. Based on these results, the study recommends the implementation of continuous training programs on food hygiene, strengthening of sanitary control systems, provision of basic infrastructure to street vendors, and the development of local regulations that govern food sales, thus ensuring safer products for the population

Keywords: *Escherichia coli*, street food, gastrointestinal diseases, bacterial contamination, food safety.

INTRODUCCIÓN

La seguridad alimentaria constituye un rol fundamental dentro de la salud pública, pues la presencia de agentes contaminantes en los alimentos puede generar consecuencias sanitarias y sociales de gran magnitud. Entre los microorganismos de mayor interés se encuentra *Escherichia coli*, esta es una bacteria capaz de producir desde infecciones intestinales leves hasta complicaciones graves como colitis hemorrágica o síndrome urémico hemolítico. Su transmisión ocurre principalmente por la vía fecal-oral, siendo los alimentos preparados sin adecuados controles higiénicos un factor determinante en la propagación de esta bacteria, especialmente en el contexto de la venta informal y en zonas urbanas con gran afluencia de personas.

El Laboratorio Clínico Innovalab, situado en la ciudad de Puyo, ha considerado aportar evidencia estadística frente a este problema, considerando que existe una enorme necesidad de contar con datos propios que reflejen la situación real de la población local. Aquí radica la importancia de la detección de *Escherichia coli* principalmente en alimentos que son comercializados en la calle, esta es una herramienta vital para evaluar los riesgos sanitarios, principalmente en lugares estratégicos como son el terminal terrestre en el cual los alimentos están tan expuestos a diferentes factores, tanto, higiénicos como ambientales, estos facilitan la proliferación de la bacteria, este es un factor determinante para la toma de muestras a que debido a su ubicación arroja información confiable que constituye a reforzar los procesos de control y vigilancia epidemiológica en la localidad.

El objetivo de la presente investigación es determinar la presencia de *Escherichia coli* en alimentos comercializados en la vía pública de la ciudad del Puyo y examinar su relación con enfermedades gastrointestinales. A través de un diseño metodológico que incluye encuestas a propietarios, toma de muestras y análisis microbiológicos, se busca producir

datos útiles para fortalecer las políticas locales de seguridad alimentaria, promover prácticas seguras de manipulación y consolidar estrategias de prevención.

Con ello, este trabajo no solo genera un aporte académico, sino que también contribuye a la protección de la salud colectiva y establece una base para futuros estudios en microbiología aplicada y salud comunitaria.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Formulación del problema

¿Cómo influye la identificación de *Escherichia coli* en alimentos callejeros y su relación con enfermedades gastrointestinales?

1.2. Planteamiento del problema

Contextualización

Macro

La inseguridad alimentaria continúa siendo un reto prioritario a nivel mundial, pues las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) constituyen una de las principales causas de morbilidad y mortalidad. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que cada año 600 millones de personas (1 de cada 10 habitantes del planeta) enferman debido al consumo de alimentos contaminados, generando aproximadamente 420 000 muertes y una pérdida de 33 millones de años de vida saludable (DALYs) (World Health Organization, 2010). Además existen un gran impacto económico de estas enfermedades el cual asciende a más de 110 mil millones USD en países de ingresos bajos y medios (Pires et al., 2021).

Dentro de los principales agentes etiológicos asociados a enfermedades transmitidas por alimentos destacan bacterias como *Salmonella* y distintas variantes de *Escherichia coli*, en especial las enterohemorrágicas (STEC), las cuales pueden desencadenar cuadros que van desde diarrea con sangre hasta síndrome urémico hemolítico (SUH). La vía de transmisión se vincula con la ingesta de productos contaminados, siendo de mayor riesgo las carnes insuficientemente cocidas, los lácteos sin pasteurizar y las frutas o vegetales con una higiene deficiente. Investigaciones recientes han señalado, además, la presencia

creciente de serotipos no-O157 y cepas con resistencia múltiple a antimicrobianos, lo que representa un desafío para la vigilancia epidemiológica y la terapéutica adecuada (Pires et al., 2021).

Meso

En América Latina la venta de alimentos en la vía pública es una práctica social y económica extendida el cual representa también un factor de riesgo para la salud pública. En Ecuador varias investigaciones realizadas han reportado la presencia de *Escherichia coli* y otros coliformes fecales en alimentos listos para el consumo. Especialmente en entornos urbanos de alta afluencia (Smith et al., 2019). Aunque la vigilancia epidemiológica aún es limitada, la evidencia señala que la población ecuatoriana está expuesta a riesgos sanitarios y por ende afectaciones a su salud que provienen de prácticas inadecuadas de manipulación y conservación de los alimentos.

Un estudio realizado en Ecuador evidenció la presencia de *E. coli* O157:H7 en reservorios animales, lo que sugiere un riesgo latente de transmisión a los seres humanos, pese a que aún no se han reportado brotes confirmados en la población (Salazar-Lindo, 2011). Asimismo, investigaciones sobre contaminación microbiológica en recursos hídricos del país han demostrado concentraciones elevadas de coliformes y *E. coli* en ríos utilizados por comunidades locales, lo cual incrementa las probabilidades de contaminación cruzada en los alimentos (Pérez, Torres, & Castillo, 2023).

Micro

En la ciudad del Puyo, capital de la provincia de Pastaza, la venta ambulante de alimentos es una actividad cotidiana que garantiza el sustento de numerosas familias y el acceso a comidas económicas para la población. Sin embargo, esta práctica se desarrolla en condiciones ambientales adversas propias de la Amazonía, donde la alta humedad y

temperaturas superiores a los 25 °C favorecen la proliferación bacteriana y aceleran la descomposición de los alimentos. En espacios como el terminal terrestre de Puyo, la manipulación deficiente, la falta de acceso a agua potable y la ausencia de cadena de frío potencian el riesgo de transmisión de *E. coli*.

Estudios recientes han demostrado que la población ecuatoriana está expuesta a la circulación de cepas patogénicas, algunas con genes asociados a toxinas Shiga, las cuales representan un riesgo grave para los grupos más vulnerables, en particular los niños pequeños, los adultos mayores y las personas inmunocomprometidas (Smith et al., 2019).

Ante este panorama, se vuelve necesario fortalecer la vigilancia epidemiológica local, implementar protocolos de seguridad alimentaria, capacitar a los manipuladores y realizar análisis microbiológicos periódicos. Solo de esta forma será posible garantizar el derecho de la población a una alimentación segura y reducir la incidencia de enfermedades gastrointestinales en Puyo y la región amazónica.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

- Identificar la presencia de *Escherichia coli* en alimentos callejeros y su relación con enfermedades gastrointestinales.

1.3.2 Objetivos específicos

- Analizar microbiológicamente los alimentos preparados en puestos callejeros seleccionados del terminal terrestre de la ciudad de Puyo, para la identificación de *Escherichia coli* como indicador de contaminación.
- Relacionar los hallazgos microbiológicos con las prácticas higiénico-sanitarias reportadas por los manipuladores de alimentos a través de encuestas, para el establecimiento de las causas.
- Determinar los principales factores de riesgo asociados a la contaminación bacteriana en alimentos callejeros, para la prevención de enfermedades gastrointestinales.

1.4 Justificación del problema

La investigación sobre la detección de *Escherichia coli* en alimentos preparados y comercializados en la vía pública de la ciudad de Puyo se justifica por su impacto directo en la salud pública. Si bien la venta ambulante constituye una fuente importante de ingresos y acceso a alimentos rápidos para la población, también representa un escenario de riesgo debido a la falta de control sanitario, refrigeración inadecuada y manipulación insegura de los productos, esto, debido a la exposición insegura en la que se encuentran estos alimentos, los cuales pueden ser fácilmente contaminados con *smock* u otras bacterias. En estas condiciones, la presencia de *E. coli* es un indicador de contaminación fecal y está asociada a enfermedades gastrointestinales que pueden variar desde diarreas

agudas hasta cuadros graves como colitis hemorrágica y síndrome urémico hemolítico (Rivas et al., 2016; FAO/OMS, 2020).

La magnitud de la problemática ha sido demostrada en diversos estudios en la región. En Lima (Perú), el 32 % de los alimentos listos para el consumo analizados presentó contaminación por *E. coli* (Zegarra-Cueva et al., 2019), mientras que en Guayaquil provincia de Ecuador, se reportó que el 27 % de las muestras de venta callejera superan los límites permitidos de coliformes fecales, lo que evidencia un alto riesgo de exposición (Jaramillo et al., 2020).

En Puyo, factores ambientales como la alta humedad y temperaturas superiores a 25 °C, junto con su condición de centro de tránsito regional, favorecen la proliferación de bacterias en los alimentos. Sin embargo, la carencia de estudios locales detallados limita la capacidad de las autoridades sanitarias para diseñar e implementar medidas correctivas oportunas.

Desde la perspectiva del laboratorio clínico, esta investigación se respalda en la importancia de las técnicas microbiológicas y moleculares para la vigilancia sanitaria. El uso de cultivos selectivos y pruebas bioquímicas no solo facilita la identificación de *E. coli*, sino también la caracterización de cepas potencialmente patógenas y la estimación de niveles de riesgo (Chlebicz & Śliżewska, 2018).

La generación de esta evidencia es esencial para mejorar los sistemas de control, orientar políticas públicas de inocuidad alimentaria y promover buenas prácticas en la manipulación de alimentos.

Finalmente, los resultados de este trabajo no solo tendrán un efecto inmediato en la reducción del riesgo de brotes gastrointestinales en Puyo, sino que también constituirán un referente académico y científico para investigaciones posteriores en la Amazonía ecuatoriana. De esta manera, se busca fortalecer la vigilancia epidemiológica, garantizar

el derecho a una alimentación segura y contribuir a la mejora de la calidad de vida de la población.

1.5 Delimitación del problema

Delimitación de contenido

- **Campo:** *Salud pública*
- **Área:** *Microbiología*
- **Aspecto:** *Escherichia coli en alimentos*

Delimitación espacial

La presente investigación se desarrolló en el Laboratorio Clínico Innovalab, ubicado en la ciudad de Puyo, provincia de Pastaza. Este laboratorio se caracteriza por su compromiso con la excelencia en los análisis clínicos y microbiológicos, incorporando equipos modernos y protocolos de calidad que garantizan resultados confiables. La elección de Innovalab como centro de estudio fue estratégica, ya que su infraestructura y tecnología permiten llevar a cabo pruebas microbiológicas, cultivos y confirmaciones bioquímicas orientadas a la detección de *Escherichia coli* en muestras de alimentos.

La trayectoria del laboratorio en la comunidad y su capacidad técnica brindan un entorno adecuado para el desarrollo de investigaciones científicas aplicadas al control sanitario y la seguridad alimentaria. De esta manera, los hallazgos generados en este estudio no solo aportarán al fortalecimiento de la inocuidad de los alimentos preparados y vendidos en Puyo, sino que también constituirán una referencia para futuras acciones de vigilancia epidemiológica y prevención de enfermedades gastrointestinales en la región amazónica.

Delimitación temporal

La investigación se desarrolló entre los meses de junio a agosto de 2025. Este periodo fue definido para garantizar una recolección de muestras suficiente y representativa de alimentos preparados en restaurantes y expendidos en la vía pública de la ciudad de Puyo. Durante este tiempo se efectuaron los cultivos microbiológicos y las pruebas bioquímicas necesarias para la detección de *Escherichia coli*, permitiendo un análisis detallado de los resultados. La elección de este lapso temporal asegura que los datos obtenidos reflejen adecuadamente la situación sanitaria local y brinden evidencia útil para fortalecer las acciones de vigilancia y control en inocuidad alimentaria.

5 Viabilidad y factibilidad del problema

La viabilidad de investigar la presencia de *Escherichia coli* en los alimentos preparados en restaurantes y en los puestos callejeros de Puyo surge, sobre todo, de una necesidad que se siente cada vez más urgente: contar con datos claros y confiables que nos digan qué tan expuestos estamos al consumir comida contaminada. Y es que, cuando hablamos de seguridad alimentaria, no lo hacemos solo desde lo académico, sino desde la vida cotidiana. La verdad es que confirmar si esta bacteria circula en lo que comemos no solo fortalece las medidas de inocuidad, también abre la posibilidad de prevenir muchas de esas enfermedades gastrointestinales que afectan silenciosamente a la población. Además, hay que decirlo, en la Amazonía ecuatoriana los estudios sobre este tema son escasos, lo que hace que una investigación así no solo sea oportuna, sino también sumamente necesaria.

Por otro lado, elegir al Laboratorio Clínico Innovalab como espacio de trabajo le da un peso especial al proyecto. No hablamos de un lugar cualquiera: este centro cuenta con equipos modernos, desde medios de cultivo específicos hasta pruebas bioquímicas y técnicas moleculares que permiten detectar con precisión la presencia de *E. coli*. Pero más allá de la tecnología, lo que también marca la diferencia es el grupo humano detrás de

cada análisis, profesionales capacitados que aseguran que cada muestra sea tratada con el cuidado y la rigurosidad que exige un estudio de este tipo. En conjunto, estos factores infraestructura, conocimiento técnico y experiencia, hacen que los resultados esperados no solo sean posibles, sino confiables y útiles para la comunidad.

Los costos asociados al proyecto son viables, ya que los recursos materiales (medios de cultivo, reactivos, material de bioseguridad) y humanos están disponibles en Innovalab. Asimismo, la colaboración institucional y el apoyo de la comunidad reducen gastos adicionales, permitiendo la ejecución del estudio dentro de un presupuesto alcanzable.

Finalmente, la factibilidad de la investigación se fortalece al considerar el contexto local y la posibilidad de colaboración con establecimientos de salud y organismos de control sanitario en Puyo. La disposición de la comunidad y de los actores involucrados en la cadena de preparación y consumo de alimentos constituye un factor positivo para la ejecución del proyecto. Los resultados obtenidos no solo beneficiarán al laboratorio y a la población de Puyo, sino que también podrán servir como base de referencia para investigaciones futuras y para la formulación de políticas de inocuidad alimentaria en otras ciudades de la región amazónica. De esta manera, el estudio se presenta como una oportunidad valiosa para generar conocimiento aplicable y con impacto duradero en la salud pública.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Marco teórico conceptual

Antecedentes Investigativos

La seguridad alimentaria ha sido objeto de numerosos estudios a nivel global y regional, debido a la alta tasa de enfermedades transmitidas por alimentos contaminados que se comercializan en la calle. Entre los patógenos más frecuentemente reportados se encuentra *Escherichia coli* (*E. coli*), cuya detección en alimentos es considerada un indicador de contaminación fecal y un riesgo directo para la salud de los consumidores (FAO/OMS, 2020).

Las investigaciones han demostrado que, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo, los alimentos listos para consumo preparados en condiciones informales representan un foco de exposición a cepas patogénicas, incluidas aquellas productoras de toxina Shiga (STEC), capaces de causar colitis hemorrágica y síndrome urémico hemolítico.

En América Latina, los estudios realizados han evidenciado consistentemente altos niveles de contaminación en alimentos elaborados y comercializados en la vía pública. En Lima Metropolitana, Zegarra-Cueva, Chávez y Aquino (2019) encontraron que el 32 % de los alimentos callejeros analizados presentaban *E. coli*, lo que refleja un riesgo importante para la salud pública.

De manera similar, en Guayaquil provincia perteneciente a Ecuador, Jaramillo, Paredes y Viteri (2020) reportaron que el 27 % de las muestras de mercados urbanos excedían los límites microbiológicos permisibles de coliformes fecales, lo que sugiere una alta probabilidad de presencia de *E. coli*. De igual forma, la revisión sistemática de Rodríguez

y Galarza (2021) documentó que entre el 20 % y el 40 % de los alimentos de venta ambulante en países como México, Brasil y Colombia estaban contaminados con *E. coli* u otros coliformes, destacando que la deficiente infraestructura, la carencia de agua potable además de la falta de capacitación de los manipuladores son factores determinantes en la contaminación y generación de enfermedades gastrointestinales.

En Ecuador, los estudios también confirman la magnitud de la problemática. Chuquirima Salinas (2021), en una investigación realizada en la Universidad Central del Ecuador, analizó alimentos de restaurantes y puestos de venta libre ubicados en la vía pública, encontrando la presencia de *E. coli* y coliformes totales en ensaladas, jugos y carnes. El estudio además incorporó pruebas de susceptibilidad antibiótica, revelando que algunas cepas eran resistentes, lo cual incrementa el riesgo por la dificultad que se da al aplicar el tratamiento clínico de las infecciones.

Por su parte, González-Ochoa et al. (2023) realizaron un análisis en superficies de contacto de alimentos en el patio de comidas del terminal terrestre de la ciudad de Cuenca, encontrando niveles preocupantes de *E. coli* y coliformes tanto en superficies regulares como irregulares, lo que demuestra la importancia de considerar no solo los alimentos, sino también el entorno de preparación como fuente de contaminación cruzada.

Otros autores han abordado el problema desde una perspectiva más amplia. Argüello y Albuja (2021), en su revisión sistemática sobre la inocuidad de alimentos callejeros, resaltan que ninguno de los estudios analizados reporta un cumplimiento total de buenas

De igual forma, Rivas et al. (2016) señalan que las cepas STEC, especialmente O157:H7, han sido identificadas en alimentos cocidos de forma incorrecta y vegetales en regiones andinas y amazónicas, lo cual incrementa el riesgo de brotes severos en poblaciones vulnerables.

En el contexto de la ciudad de Puyo, estas evidencias adquieren especial relevancia. Su clima la cual es húmedo y los factores de transporte de alimentos son atributos que atribuyen a la proliferación bacteriana en los alimentos vendidos en el terminal terrestre y en restaurantes informales. Sin embargo, hasta el momento, no existen estudios locales suficientemente documentados que correlacionen la presencia de *E. coli* en alimentos con la incidencia de enfermedades gastrointestinales reportadas en la región.

Esta laguna científica justifica la necesidad de investigaciones que, a través del análisis microbiológico en laboratorio, confirmen la presencia de la bacteria, caractericen sus posibles cepas y brinden datos confiables que orienten políticas públicas y estrategias de vigilancia epidemiológica en Pastaza y la Amazonía ecuatoriana.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 *Escherichia coli*

El *Escherichia coli* es una bacteria curiosa: pequeña, de forma alargada y con la capacidad de vivir tanto con oxígeno como sin él. Lo interesante es que no siempre es “el villano” de las historias médicas; de hecho, forma parte de nuestro microbiota intestinal y ayuda en procesos tan esenciales como la digestión o la producción de ciertas vitaminas. Sin embargo, la realidad es que no todas sus cepas son inofensivas. Algunas mutaciones han dado origen a variantes que, más que aliadas, se convierten en una amenaza, capaces de provocar desde diarreas molestas hasta infecciones más serias fuera del intestino. Y es que, detrás de esos nombres técnicos EPEC, ETEC, STEC, EIEC y EAEC se esconden distintos mecanismos de ataque, cada uno con su propia estrategia para causar daño. En términos sencillos, podríamos imaginarlas como “familias” con personalidades distintas, pero con un mismo potencial: desencadenar brotes de enfermedades transmitidas por los alimentos y alterar, de golpe, la salud de toda una comunidad.

Medios de Cultivo

La confirmación de *E. coli* en alimentos depende del empleo de técnicas microbiológicas estandarizadas. Los cultivos en medios selectivos como agar MacConkey o agar Sorbitol-MacConkey permiten aislar colonias sospechosas, que posteriormente son sometidas a pruebas bioquímicas de identificación (fermentación de lactosa, indol positivo, oxidasa negativa). Actualmente, la biología molecular, especialmente la PCR, complementa este proceso al detectar genes de virulencia como *stx1*, *stx2* o *eae*, fundamentales para diferenciar cepas de alto riesgo para la salud pública (Blanco Crivelli et al., 2018; Montero et al., 2023).

Identificación Bacteriana

Tras el aislamiento, la identificación combina pruebas bioquímicas (fermentación de lactosa, indol positivo, oxidasa negativa, etc.) y, cada vez más, métodos moleculares para confirmar especie y detectar genes de virulencia (p. ej., *stx1*, *stx2*, *eae*, *bfpA*, *aggR*, *ipaH*, *lt*, *st*), esto permite asignar patotipo y estimar el potencial patogénico del aislamiento. En el contexto de alimentos listos para consumo, la confirmación molecular es crítica para distinguir colonización ambiental de cepas con clara relevancia clínica y epidemiológica.

Microbiología

El comportamiento de *E. coli* en alimentos depende de varios factores como la temperatura, pH, actividad de agua y competencia microbiana. El mantenimiento a temperatura ambiente en climas cálido-húmedos (como Puyo) favorece su multiplicación y, con ello, eleva la dosis ingerida. Algunas cepas portan β -lactamasas de espectro extendido (BLEE/ESBL) u otros determinantes de resistencia, lo que dificulta el manejo clínico cuando se producen infecciones. Por ello, la caracterización microbiológica no termina en “presencia/ausencia”, sino que incorpora perfiles de virulencia y cuando es pertinente, resistencia.

Enfermedades Gastrointestinales

A nivel global, los alimentos inseguros provocan cerca de 600 millones de casos y 420 000 muertes por año (33 millones de DALYs), siendo su mayor porcentaje en niños menores de 5 años, muchas de estas infecciones se deben a bacterias entéricas como *E. coli* la cual se estudia en el presente trabajo de investigación. Este problema sanitario de grandes alcances justifica investigaciones locales que identifiquen fuentes y vías de exposición en entornos de venta callejera y un plan de acción para orientar acciones de control.

Sintomatología

La infección por *E. coli* diarreagénica puede empezar con diarrea acuosa siendo también parte de sus síntomas el dolor abdominal y vómitos, en STEC, puede presentarse diarrea con sangre y riesgo de SUH (anemia hemolítica, trombocitopenia, daño renal). Se recomienda vigilancia clínica de signos de alarma como la fiebre alta, deshidratación, heces sanguinolentas, al menos cuando estos síntomas duren más de 48 horas, especialmente en niños y adultos mayores. Estas manifestaciones clínicas respaldan la necesidad de detectar patotipos con potencial de curso grave en alimentos listos para el consumo.

Enfermedades infecciosas

Las cepas productoras de toxina Shiga (STEC) constituyen uno de los grupos más peligrosos de *Escherichia coli*, debido a que portan los genes *stx1* y *stx2*, responsables de toxinas que pueden causar colitis hemorrágica y síndrome urémico hemolítico (SUH), principal causa de insuficiencia renal aguda en niños (Paton & Paton, 1998; WHO, 2018). Estas son varias de las afectaciones más graves que pueden suscitar a partir de la bacteria mencionada.

El serotipo más conocido es *E. coli* O157:H7, aunque existen variantes no-O157 también implicadas en brotes. Estos microorganismos tienen una dosis infectiva muy baja, lo que aumenta el riesgo de transmisión a través de alimentos mal cocidos, lácteos no pasteurizados y vegetales contaminados, alimentos que no cumplen con un proceso correcto antes del consumo humano (CDC, 2024).

En la venta de alimentos callejeros, tal cual como es el caso del Puyo, las condiciones de manipulación son deficientes encontrándose así la falta de refrigeración y alta humedad ambiental factores que favorecen la proliferación de STEC. Si bien la confirmación de estas cepas requiere técnicas moleculares (PCR para *stx1* y *stx2*), los cultivos

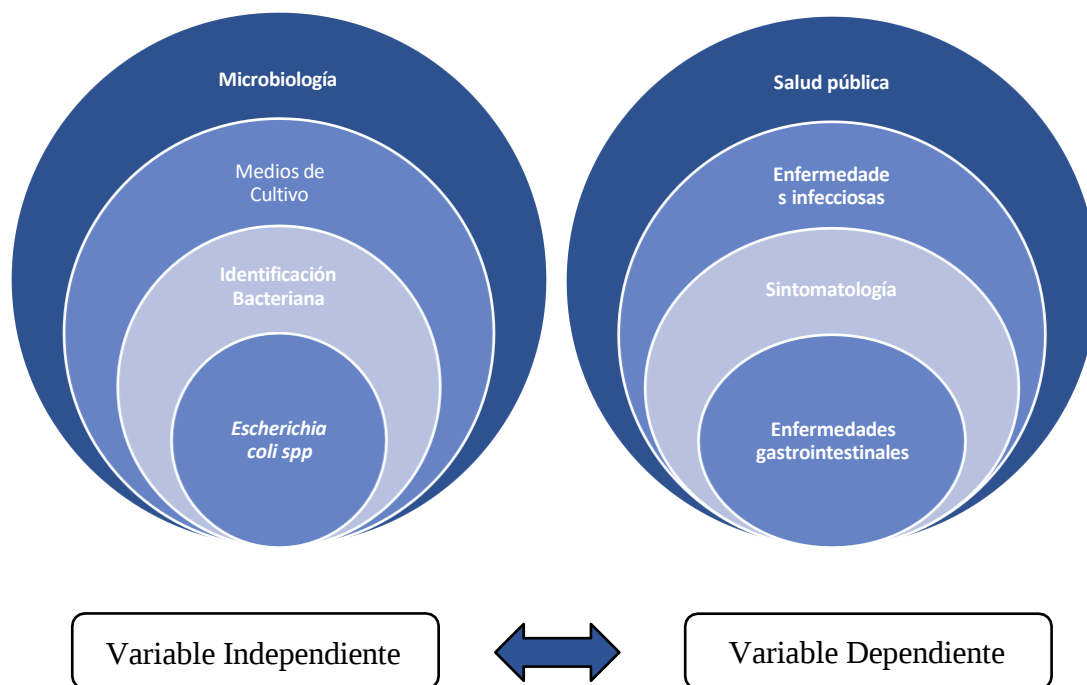
diferenciales como MacConkey con sorbitol (SMAC) permiten orientar su detección presuntiva.

La inclusión de STEC en este estudio es esencial, pues evidencia que la presencia de *E. coli* en alimentos callejeros no solo representa un indicador de contaminación fecal, sino también un riesgo potencial de infecciones graves, lo que justifica la necesidad de fortalecer la vigilancia epidemiológica y las políticas de inocuidad alimentaria en la región amazónica.

Salud Pública

Las medidas clave en venta callejera ya sea en restaurantes o puestos ubicados en la vía pública se alinean con los principios internacionales de inocuidad: higiene de manos, limpieza y desinfección de utensilios y superficies, evitar contaminación cruzada es decir separar lo crudo de lo cocido, cocción completa y refrigeración oportuna. Además, no consumir agua contaminada o no potable y mantener cadena de frío en salsas y cárnicos. La adopción de estas prácticas reduce evidentemente el riesgo de exposición a *E. coli* y otros patógenos. Para vigilancia, combinar cultivo con PCR acelera la detección de cepas peligrosas y orienta respuestas de salud pública.

Gráfico 1: Categorías fundamentales



Elaborado por: Dionicio Marcelo Vargas Soria

Fuente: Investigación

2.3 Marco teórico operacional

2.3.1 SISTEMA DE VARIABLES

Variables de estudio: Presencia de *Escherichia coli* en alimentos preparados en restaurantes y puestos de venta callejera en la ciudad de Puyo.

Definición conceptual: Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2020), encontrar *Escherichia coli* en los alimentos no es un simple detalle técnico: es una señal clara de contaminación fecal y, por lo tanto, un aviso de riesgo directo para quienes los consumen. Y es que, aunque muchas veces esta bacteria forma parte de nuestra vida diaria sin causar problemas, algunas de sus variantes patógenas como las productoras de toxina Shiga (STEC) pueden cambiar el panorama por completo. Diversos investigadores advierten que estas cepas están vinculadas a cuadros graves, desde colitis hemorrágica hasta el temido síndrome urémico hemolítico, enfermedades que no solo afectan al sistema digestivo, sino que también ponen en jaque la salud general de la persona (Rivas et al., 2016).

Además, desde la mirada microbiológica, la presencia de *E. coli* en un alimento funciona casi como un “termómetro” de su calidad sanitaria. En otras palabras, no es solo la bacteria en sí la que preocupa, sino lo que revela: fallas en la manipulación, en la cadena de conservación o en la preparación de los productos que terminan en nuestras mesas (Zegarra-Cueva et al., 2019). Y la verdad es que este tipo de hallazgos nos recuerda que, detrás de cada plato servido, hay una responsabilidad enorme con la salud de quienes lo consumen.

Definición operacional: La variable será medida mediante el aislamiento y análisis microbiológico de muestras de alimentos recolectados en restaurantes y puestos de venta callejera del terminal terrestre de Puyo durante el período junio–agosto de 2025. El procedimiento incluirá el cultivo en medios selectivos, la identificación bioquímica de colonias compatibles con *E. coli* y, cuando sea posible, la confirmación molecular de

genes de virulencia. Los resultados se expresarán en unidades formadoras de colonias (UFC/100 g o mL) y permitirán establecer el nivel de contaminación presente en los alimentos analizados.

2.3.2 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Cuadro 1: Operacionalización de la Variable Independiente: Presencia de *Escherichia coli* en alimentos

Conceptualización	Características	Indicador	Ítem	Técnica e Instrumento	Tipo de Variable
La presencia de <i>Escherichia coli</i> en alimentos es un indicador de contaminación fecal y de riesgo para la salud pública. Su detección en comidas preparadas refleja deficiencias en la manipulación, conservación o cocción de los alimentos.	• Microbiología • Identificación • Cultivo	• Crecimiento de colonias características en medios selectivos (MacConkey, EMB, SMAC) • Pruebas bioquímicas confirmatorias (indol, lactosa, oxidasa) • Genes de virulencia (stx1, stx2, eae, etc.)	¿El alimento analizado presenta crecimiento de colonias compatibles con <i>E. coli</i> en los cultivos realizados? ¿Los aislamientos cumplen con las pruebas bioquímicas propias de <i>E. coli</i>? ¿Se detectan genes de virulencia en las cepas aisladas?	• Análisis microbiológico • Cultivo en laboratorio • Pruebas bioquímicas	Cuali-cuantitativo

Elaborado por: Dionicio Marcelo Vargas Soria

Fuente: Investigación

Cuadro 2: Operacionalización de la Variable Dependiente: Enfermedades gastrointestinales

Conceptualización	Características	Indicador	Ítem	Técnica e Instrumento
Las enfermedades diarreicas transmitidas por alimentos contaminados con <i>E. coli</i> incluyen cuadros de diarrea acuosa, colitis hemorrágica y síndrome urémico hemolítico. Su ocurrencia refleja deficiencias en la inocuidad alimentaria y falta de prevención sanitaria.	• Enfermedades diarreicas • Sintomatología • Enteropatógenas • Prevención	• Número de casos de diarrea y síntomas gastrointestinales reportados en la población expuesta • Asociación entre alimentos contaminados y presencia de síntomas • Medidas preventivas aplicadas por manipuladores de alimentos	¿Existen reportes de síntomas gastrointestinales (diarrea, vómito, fiebre, cólicos) en consumidores que adquirieron alimentos en restaurantes o venta callejera? ¿Se identifican cepas STEC de <i>E. coli</i> vinculadas a los alimentos analizados? ¿Los vendedores aplican medidas preventivas adecuadas (lavado de manos, conservación en frío, cocción suficiente)?	• Encuesta a manipuladores de alimentos • Revisión de registros de salud • Observación directa

Elaborado por: Dionicio Marcelo Vargas Soria

Fuente: Investigación

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

El presente trabajo se enmarcó en un diseño de investigación no experimental, de tipo transversal y de campo, ya que se realizó directamente en los lugares de comercialización de alimentos preparados. El estudio se llevó a cabo en 30 locales de restaurantes y puestos de venta callejera ubicados en la ciudad de Puyo, provincia de Pastaza, durante el período comprendido entre junio y agosto de 2025. Este diseño permitió analizar la presencia de *Escherichia coli* en alimentos listos para el consumo en un contexto real, sin manipular las condiciones de la población objeto de estudio, lo que otorga mayor validez ecológica a los resultados (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

3.2 Enfoque de la investigación

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, enfocado a la recolección de datos numéricos que puedan ser analizados estadísticamente para determinar la frecuencia y niveles de contaminación por *E. coli* en las muestras analizadas. El enfoque cuantitativo se fundamenta en la medición objetiva y sistemática de variables, lo cual permite establecer relaciones entre la contaminación bacteriana y factores asociados como condiciones higiénicas o prácticas de manipulación de alimentos (Creswell & Creswell, 2018). Es decir, permite de una u otra forma establecer que ciertos problemas gastrointestinales que pueden incluso llegar a ser graves se derivan de la bacteria estudiada.

3.3 Métodos e instrumentos de la investigación:

Método: Cultivo y antibiograma

Equipo para utilizar en la investigación

Para la detección de *Escherichia coli* en alimentos callejeros se emplearon equipos especializados en microbiología, entre ellos: incubadora bacteriológica para mantener condiciones controladas de temperatura (35–37 °C), autoclave para esterilización de medios y material, cabina de bioseguridad para manipulación aséptica, microscopio óptico para observación morfológica, estufa de secado, refrigerador para conservación de medios y reactivos, además de un contador de colonias para cuantificar unidades formadoras de colonias (UFC). Estos equipos garantizan la confiabilidad de los resultados y cumplen con estándares internacionales en microbiología de alimentos (ISO, 2001/2024; CDC, 2006).

Técnicas y fundamentos del cultivo bacteriano

El fundamento del cultivo bacteriano radica en el crecimiento selectivo de microorganismos en medios nutritivos apropiados. Para el aislamiento de *Escherichia coli* se utilizaron medios diferenciales y selectivos como agar MacConkey, agar eosina-azul de metileno (EMB) y agar Salmonella-Shigella (SS). Estos permiten diferenciar bacterias fermentadoras de lactosa, caracterizadas por colonias de color rosado o metálico, de otras enterobacterias no fermentadoras. El proceso se complementa con pruebas bioquímicas como indol, rojo de metilo, Voges-Proskauer y citrato (IMViC), las cuales confirman la identidad bacteriana. El fundamento se apoya en que *E. coli* es una bacteria Gram negativa, oxidasa negativa, capaz de fermentar lactosa y producir indol (Blanco Crivelli et al., 2018; Kaper & Nataro, 2004).

Procedimiento técnico y tecnológico del cultivo y antibiograma

El procedimiento inició con la recolección de muestras de alimentos en condiciones estériles. Posteriormente, se realizaron diluciones seriadas y siembra por estría en medios

selectivos. Las placas se incubaron a 37 °C durante 24–48 h, tras lo cual se observaron características morfológicas y se efectuaron pruebas bioquímicas. Una vez confirmada la presencia de *Escherichia coli*, se aplicó el antibiograma mediante el método de difusión en disco de Kirby-Bauer, siguiendo las recomendaciones del Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). Este ensayo consistió en colocar discos impregnados con antibióticos sobre la superficie del agar inoculado y medir el halo de inhibición, determinando así la sensibilidad o resistencia de las cepas aisladas (Gomes et al., 2016; Nataro & Kaper, 1998).

Materiales y equipos

Entre los materiales se incluyeron placas de Petri estériles, tubos de ensayo, asas de siembra, micropipetas automáticas, puntas estériles, guantes de látex, mascarillas, hisopos estériles y soluciones salinas. Los medios de cultivo empleados fueron agar MacConkey, agar EMB, agar SS y caldos nutritivos. Además, se utilizaron reactivos bioquímicos como el triptófano para la prueba de indol y el citrato de Simmons. Para el antibiograma se requirieron discos de antibióticos de uso común en infecciones gastrointestinales, como ampicilina, ciprofloxacina, trimetoprim-sulfametoxazol y tetraciclina (WHO, n.d.; FAO & WHO, 2020).

Pasos

1. Toma de muestra: Recolección de alimentos preparados en puestos callejeros del terminal terrestre de Puyo bajo condiciones asépticas (Jaramillo et al., 2020).
2. Preparación y dilución: Homogeneización de la muestra y realización de diluciones seriadas para reducir la concentración bacteriana (Smith et al., 2019).
3. Siembra en medios selectivos: Inoculación en agar MacConkey, EMB y SS mediante técnica de estría (Zegarra-Cueva et al., 2019).
4. Incubación: Conservación de las placas en incubadora a 37 °C durante 24–48 h

- (Rivas et al., 2016).
5. Observación y selección: Identificación de colonias características de *Escherichia coli* (rosadas en MacConkey y con brillo metálico en EMB) (Loor-Giler et al., 2025).
6. Pruebas confirmatorias: Aplicación de ensayos bioquímicos (indol positivo, oxidasa negativa, fermentación de lactosa) (Chuquirima Salinas, 2021).
7. Antibiógrama: Siembra en agar Mueller-Hinton, colocación de discos de antibióticos y medición de halos tras 24 h de incubación (CDC, 2024).
8. Registro de resultados: Análisis de sensibilidad antimicrobiana y determinación de resistencia bacteriana (Pires et al., 2021).

Cuestionario o instrumentos utilizados

Para la recolección de datos se emplearán dos instrumentos principales:

- Encuesta estructurada, dirigida a los propietarios o manipuladores de alimentos en los 30 locales incluidos en el estudio. El cuestionario estuvo estructurado con preguntas cerradas y de opción múltiple relacionadas con prácticas de higiene, conservación y preparación de los alimentos que permitan tener una idea clara del proceso a ejecutar con la manipulación de alimentos.
- Análisis microbiológico de laboratorio, realizado a partir de las muestras recolectadas en los locales. Las pruebas incluyen cultivo en medios selectivos (MacConkey, EMB, SS agar), identificación bioquímica, prueba de indol, fermentación de lactosa, oxidasa negativa (Blanco Crivelli et al., 2018; Loor-Giler et al., 2025).

Ambos instrumentos permitirán obtener información tanto de las condiciones higiénico-sanitarias como de la confirmación de *E. coli* en los alimentos analizados que son de consumo diario de miles de personas.

3.4 Población

La población de la presente investigación corresponde a los establecimientos de venta de alimentos preparados en locales aledaños al terminal terrestre ubicado en la ciudad de Puyo, entendidos como restaurantes, comedores y puestos de venta callejera. Según Porras (2020), la población en una investigación representa el conjunto de elementos que comparten características comunes relacionadas con el problema a estudiar. En este caso, los locales de expendio comparten el factor de riesgo asociado a la preparación y venta de alimentos en condiciones que pueden favorecer la contaminación bacteriana.

La muestra estará conformada por 30 locales seleccionados mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, priorizando aquellos ubicados en zonas de alta afluencia como el terminal terrestre y áreas céntricas de Puyo. En cada establecimiento se tomarán al menos dos muestras de alimentos listos para consumo, lo que permitirá realizar un análisis representativo de la problemática local y obtener resultados con alta probabilidad de eficiencia.

3.5 Muestra

En el ámbito investigativo, la muestra se concibe como el segmento representativo de la población sobre el cual se recolectan los datos necesarios para dar respuesta al problema planteado. Para este estudio, se optó por un muestreo no probabilístico por conveniencia, debido a que permite seleccionar de manera directa los locales de venta de alimentos que presentan mayor relevancia para el análisis. Esta estrategia metodológica, complementada con criterios de inclusión y exclusión previamente definidos, asegura que la muestra seleccionada refleje con precisión las condiciones reales en las que se manipulan y expenden los alimentos en la ciudad de Puyo.

$$n = \frac{(Z)^2 \cdot N \cdot P \cdot Q}{(D)^2 (N-1) + (Z)^2 \cdot P \cdot Q}$$

Donde:

- n= Muestra ¿?
- Z= Nivel de confianza 95% (1,96)
- P= Probabilidad de éxito 50% (0,5)
- Q= Probabilidad de fracaso 50% (0,5)
- N= Total de población 30
- D= Error máximo 5% (0,05)

$$n = \frac{(1,96)^2 (30) (0,5) (0,5)}{(0,05)^2 (30-1) + (1,96)^2 (0,5) (0,5)}$$

$$n = \frac{(3,84) (7,5)}{(0,072) + (0,96)}$$

$$n = \frac{28,81}{1.032}$$

$$n = 27,89$$

3.6 Criterios De Inclusión

Se tomará en cuenta locales o puestos que comercialicen:

- Alimentos callejeros listos para el consumo, adquiridos en puntos fijos o ambulantes
- Muestras recolectadas en envases estériles y transportadas al laboratorio en cadena de frío.
- Locales del Laboratorio Innova entre Junio a Agosto 2024.
- Locales que firmen el consentimiento informado.

3.7 Criterios de exclusión

Se descartará del estudio a:

- Alimentos procesados industrialmente con envase sellado.
- Muestras que no cumplan con el tiempo máximo de traslado de dos horas al laboratorio.
- Locales que no deseen formar parte del estudio.

3.8 Recursos

3.8.1 Recursos humanos

Nombre	Rol en la investigación
Dionicio Vargas	Investigador
Lcdo. Esteban Martínez	Tutor académico
Lcda. Mónica Tatiana Escobar Suarez Mg.	Tutor metodológico
Lcda. Gabriela Zamora	Responsable de laboratorio

Cuadro 3: Descripción del Recurso Humano participante en la investigación

Elaborado por: Dionicio Marcelo Vargas Soria

Fuente: Investigación

Recursos humanos	Total horas	Costo hora	Costo total
Investigadora	30	10	300,00
Tutor académico	40	10	400,00
Tutor metodológico	30	10	300,00
Responsable de laboratorio	20	10	200,00
Total			1200,00

Cuadro 4: Honorarios del Recurso Humano de la investigación

Elaborado por: Dionicio Marcelo Vargas Soria

Fuente: Investigación

3.8.2 Recursos materiales

Descripción ítem	Cantidad en unidades	Costo
Resma de hojas	04	20,00
Plan de internet	01	25,00
Tinta para impresora	04	48,00
Impresora	01	350,00
Computador	01	650,00
Copias	300	30,00
Bolígrafos	10	10,00
Reactivos	04	540,00

Transporte	90	90,00
Total		1.763

Cuadro 5: Recursos materiales utilizados en la investigación

Elaborado por: Dionicio Marcelo Vargas Soria

Fuente: Investigación

3.8.3 Recursos institucionales

El desarrollo de esta investigación fue posible gracias al respaldo del Laboratorio Clínico Innovalab, entidad que proporcionó un entorno apropiado para la ejecución de las pruebas microbiológicas. Dicho laboratorio cuenta con una infraestructura moderna y condiciones técnicas que facilitaron la manipulación y procesamiento de las muestras recolectadas en los locales de elaboración y comercialización de alimentos de la ciudad de Puyo. Además, se dispuso de equipos especializados y tecnología de apoyo que hicieron viable la identificación precisa de *Escherichia coli* en los alimentos analizados, garantizando así la obtención de resultados confiables y útiles para los fines planteados en este estudio.

3.8.4 Costo total de la investigación

Descripción del recurso	Costo
Recursos humanos	1200,00
Recursos materiales	1763,00
Total	2963,00

Cuadro 6: Costo total de la investigación

Elaborado por: Dionicio Marcelo Vargas Soria

Fuente: Investigación

3.9 Aspectos éticos

Durante el desarrollo de esta investigación se mantuvo en todo momento el respeto a los principios éticos que rigen los estudios científicos, así como también a los locales pertenecientes a estas cadenas de comercialización de alimentos que por lo general son emprendimientos que buscan su sustento. Se garantizó la protección de la identidad y la información de los participantes, evitando cualquier forma de discriminación o vulneración de derechos. Asimismo, se procuró que todas las personas involucradas contaran con información clara sobre el propósito del trabajo y que su participación fuera libre y voluntaria. La investigación se llevó a cabo bajo los lineamientos de beneficencia, justicia y responsabilidad social, asegurando que los resultados obtenidos aporten beneficios a la comunidad sin ocasionar perjuicios a los participantes ni a los establecimientos donde se recolectaron las muestras.

3.10 Técnica de análisis de datos

Los resultados obtenidos de las muestras recolectadas en los locales de venta de alimentos de la provincia del Puyo fueron revisados y organizados manualmente en cuadros y tablas elaboradas de forma sencilla que permiten una mejor interpretación. La información se clasificó según la presencia o ausencia de *Escherichia coli* en los alimentos analizados.

Posteriormente, los datos se representaron en tablas comparativas y gráficos elaborados de manera manual, lo que permitió visualizar con claridad los hallazgos principales y facilitar la interpretación de los resultados. Este procedimiento sencillo aseguró que la información pueda ser comprendida de forma directa y sin necesidad de programas estadísticos complejos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis e interpretación de resultados

Conforme al procedimiento metodológico definido, las muestras recolectadas fueron analizadas en el Laboratorio Clínico Innova de la ciudad de Puyo. En este espacio se llevaron a cabo los cultivos microbiológicos y las pruebas confirmatorias necesarias para identificar la presencia de *Escherichia coli* y otros microorganismos indicadores de riesgo sanitario en los alimentos preparados.

La interpretación de los resultados se orientó a establecer el nivel de contaminación existente en los locales de venta y a valorar la relevancia de estas evidencias en el ámbito de la salud pública local. Los hallazgos obtenidos permiten dimensionar la problemática en la ciudad y aportar insumos para la implementación de medidas preventivas en el manejo y expendio de alimentos.

Resultados de los exámenes

Cuadro 7: Bacterias en medios de cultivo

Loc al	Códig o de muest ra	Tipo de alimento	Medio (MAC/EMB /SS)	Diluci ón	Volum en sembr ado (mL)	Colon ias conta das	Factor (1/diluci ón)	UFC/g (Colon ias × Factor ÷ Volum en)	Interpreta ción	Bacteria principal esperada
1	M-1	Chorizo con yuca	MacConkey (MAC)	10 ⁻³	0,1	114	1000	1.140.000	LF rosa: E. coli presuntivo	Escherichia coli
2	M-1	Chorizo con yuca	EMB	10 ⁻³	0,1	186	1000	1860000	Oscuras con brillo metálico (E. coli)	Escherichia coli
3	M-1	Chorizo con yuca	SS agar	10 ⁻³	0,1	17	1000	170000	Sin H ₂ S: no sugiere Salmonella	Escherichia coli

4	M-2	Arroz con menestra	MacConkey (MAC)	10 ⁻³	0,1	221	1000	221000 0	LF rosa: E. coli presuntivo	Escherichia coli
5	M-2	Arroz con menestra	EMB	10 ⁻³	0,1	154	1000	154000 0	Oscuras con brillo metálico (E. coli)	Escherichia coli
6	M-2	Arroz con menestra	SS agar	10 ⁻³	0,1	20	1000	200000	Sin H ₂ S: no sugiere Salmonella	Escherichia coli
7	M-3	Arroz con menestra	MacConkey (MAC)	10 ⁻³	0,1	230	1000	230000 0	LF rosa: E. coli presuntivo	Escherichia coli
8	M-3	Arroz con menestra	EMB	10 ⁻³	0,1	132	1000	132000 0	Oscuras con brillo metálico (E. coli)	Escherichia coli
9	M-3	Arroz con menestra	SS agar	10 ⁻³	0,1	11	1000	110000	Sin H ₂ S: no sugiere Salmonella	Escherichia coli

10	M-4	Encebollado	MacConkey (MAC)	10 ⁻⁴	0,1	229	10000	2290000	LF rosa: E. coli presuntivo	Escherichia coli
11	M-4	Encebollado	EMB	10 ⁻⁴	0,1	100	10000	1000000	Oscuras con brillo metálico (E. coli)	Escherichia coli
12	M-4	Encebollado	SS agar	10 ⁻⁴	0,1	42	10000	4200000	Sin H ₂ S: no sugiere Salmonella	Escherichia coli
13	M-5	Encebollado	MacConkey (MAC)	10 ⁻³	0,1	188	1000	1880000	LF rosa: E. coli presuntivo	Escherichia coli
14	M-5	Encebollado	EMB	10 ⁻³	0,1	128	1000	1280000	Oscuras con brillo metálico (E. coli)	Escherichia coli
15	M-5	Encebollado	SS agar	10 ⁻³	0,1	36	1000	3600000	Sin H ₂ S: no sugiere Salmonella	Escherichia coli

16	M-6	Caldo	MacConkey (MAC)	10 ⁻³	0,1	114	1000	114000 0	LF rosa: E. coli presuntivo	Escherichia coli
17	M-6	Caldo	EMB	10 ⁻³	0,1	130	1000	130000 0	Oscuras con brillo metálico (E. coli)	Escherichia coli
18	M-6	Caldo	SS agar	10 ⁻³	0,1	12	1000	120000	Sin H ₂ S: no sugiere Salmonella	Escherichia coli
19	M-7	Arroz con menestra	MacConkey (MAC)	10 ⁻³	0,1	120	1000	120000 0	LF rosa: E. coli presuntivo	Escherichia coli
20	M-7	Arroz con menestra	EMB	10 ⁻³	0,1	152	1000	152000 0	Oscuras con brillo metálico (E. coli)	Escherichia coli
21	M-7	Arroz con menestra	SS agar	10 ⁻³	0,1	48	1000	480000	Sin H ₂ S: no sugiere Salmonella	Escherichia coli

22	M-8	Empanada	MacConkey (MAC)	10 ⁻⁴	0,1	159	10000	1590000	LF rosa: E. coli presuntivo	Escherichia coli
23	M-8	Empanada	EMB	10 ⁻⁴	0,1	93	10000	930000	Oscuras con brillo metálico (E. coli)	Escherichia coli
24	M-8	Empanada	SS agar	10 ⁻⁴	0,1	18	10000	180000	Sin H ₂ S: no sugiere Salmonella	Escherichia coli
25	M-9	Empanada	MacConkey (MAC)	10 ⁻²	0,1	183	100	183000	LF rosa: E. coli presuntivo	Escherichia coli
26	M-9	Empanada	EMB	10 ⁻²	0,1	171	100	171000	Oscuras con brillo metálico (E. coli)	Escherichia coli
27	M-9	Empanada	SS agar	10 ⁻²	0,1	16	100	16000	Sin H ₂ S: no sugiere Salmonella	Escherichia coli

28	M-10	Encebollado	MacConkey (MAC)	10 ⁻³	0,1	134	1000	1340000	LF rosa: E. coli presuntivo	Escherichia coli
29	M-10	Encebollado	EMB	10 ⁻³	0,1	160	1000	1600000	Oscuras con brillo metálico (E. coli)	Escherichia coli
30	M-10	Encebollado	SS agar	10 ⁻³	0,1	45	1000	450000	Sin H ₂ S: no sugiere Salmonella	Escherichia coli
31	M-11	Empanada	MacConkey (MAC)	10 ⁻³	0,1	101	1000	1010000	LF rosa: E. coli presuntivo	Escherichia coli
32	M-11	Empanada	EMB	10 ⁻³	0,1	213	1000	2130000	Oscuras con brillo metálico (E. coli)	Escherichia coli
33	M-11	Empanada	SS agar	10 ⁻³	0,1	13	1000	130000	Sin H ₂ S: no sugiere Salmonella	Escherichia coli

34	M-12	Pollo asado	MacConkey (MAC)	10 ⁻²	0,1	245	100	245000	LF rosa: E. coli presuntivo	Escherichia coli
35	M-12	Pollo asado	EMB	10 ⁻²	0,1	123	100	123000	Oscuras con brillo metálico (E. coli)	Escherichia coli
36	M-12	Pollo asado	SS agar	10 ⁻²	0,1	43	100	43000	Sin H ₂ S: no sugiere Salmonella	Escherichia coli
37	M-13	Empanada	MacConkey (MAC)	10 ⁻⁴	0,1	113	10000	1130000	LF rosa: E. coli presuntivo	Escherichia coli
38	M-13	Empanada	EMB	10 ⁻⁴	0,1	174	10000	1740000	Oscuras con brillo metálico (E. coli)	Escherichia coli
39	M-13	Empanada	SS agar	10 ⁻⁴	0,1	24	10000	2400000	Sin H ₂ S: no sugiere Salmonella	Escherichia coli

40	M-14	Pollo asado	MacConkey (MAC)	10 ⁻²	0,1	139	100	139000	LF rosa: E. coli presuntivo	Escherichia coli
41	M-14	Pollo asado	EMB	10 ⁻²	0,1	161	100	161000	Oscuras con brillo metálico (E. coli)	Escherichia coli
42	M-14	Pollo asado	SS agar	10 ⁻²	0,1	33	100	33000	Sin H ₂ S: no sugiere Salmonella	Escherichia coli
43	M-15	Empana da	MacConkey (MAC)	10 ⁻⁴	0,1	223	10000	223000 00	LF rosa: E. coli presuntivo	Escherichia coli
44	M-15	Empana da	EMB	10 ⁻⁴	0,1	120	10000	120000 00	Oscuras con brillo metálico (E. coli)	Escherichia coli
45	M-15	Empana da	SS agar	10 ⁻⁴	0,1	38	10000	380000 0	Sin H ₂ S: no sugiere Salmonella	Escherichia coli

46	M-16	Chorizo con yuca	MacConkey (MAC)	10 ⁻²	0,1	188	100	188000	LF rosa: E. coli presuntivo	Escherichia coli
47	M-16	Chorizo con yuca	EMB	10 ⁻²	0,1	150	100	150000	Oscuras con brillo metálico (E. coli)	Escherichia coli
48	M-16	Chorizo con yuca	SS agar	10 ⁻²	0,1	18	100	18000	Sin H ₂ S: no sugiere Salmonella	Escherichia coli
49	M-17	Arroz con pollo	MacConkey (MAC)	10 ⁻²	0,1	162	100	162000	LF rosa: E. coli presuntivo	Escherichia coli
50	M-17	Arroz con pollo	EMB	10 ⁻²	0,1	218	100	218000	Oscuras con brillo metálico (E. coli)	Escherichia coli
51	M-17	Arroz con pollo	SS agar	10 ⁻²	0,1	26	100	26000	Sin H ₂ S: no sugiere Salmonella	Escherichia coli

52	M-18	Caldo	MacConkey (MAC)	10 ⁻³	0,1	222	1000	222000 0	LF rosa: E. coli presuntivo	Escherichia coli
53	M-18	Caldo	EMB	10 ⁻³	0,1	84	1000	840000	Oscuras con brillo metálico (E. coli)	Escherichia coli
54	M-18	Caldo	SS agar	10 ⁻³	0,1	48	1000	480000	Sin H ₂ S: no sugiere Salmonella	Escherichia coli
55	M-19	Empanada	MacConkey (MAC)	10 ⁻²	0,1	234	100	234000	LF rosa: E. coli presuntivo	Escherichia coli
56	M-19	Empanada	EMB	10 ⁻²	0,1	151	100	151000	Oscuras con brillo metálico (E. coli)	Escherichia coli
57	M-19	Empanada	SS agar	10 ⁻²	0,1	21	100	21000	Sin H ₂ S: no sugiere Salmonella	Escherichia coli

58	M-20	Empanada	MacConkey (MAC)	10 ⁻²	0,1	250	100	250000	LF rosa: E. coli presuntivo	Escherichia coli
59	M-20	Empanada	EMB	10 ⁻²	0,1	141	100	141000	Oscuras con brillo metálico (E. coli)	Escherichia coli
60	M-20	Empanada	SS agar	10 ⁻²	0,1	33	100	33000	Sin H ₂ S: no sugiere Salmonella	Escherichia coli
61	M-21	Arroz con menestra	MacConkey (MAC)	10 ⁻³	0,1	203	1000	203000 0	LF rosa: E. coli presuntivo	Escherichia coli
62	M-21	Arroz con menestra	EMB	10 ⁻³	0,1	114	1000	114000 0	Oscuras con brillo metálico (E. coli)	Escherichia coli
63	M-21	Arroz con menestra	SS agar	10 ⁻³	0,1	10	1000	100000	Sin H ₂ S: no sugiere Salmonella	Escherichia coli

64	M-22	Caldo	MacConkey (MAC)	10 ⁻²	0,1	230	100	230000	LF rosa: E. coli presuntivo	Escherichia coli
65	M-22	Caldo	EMB	10 ⁻²	0,1	80	100	80000	Oscuras con brillo metálico (E. coli)	Escherichia coli
66	M-22	Caldo	SS agar	10 ⁻²	0,1	14	100	14000	Sin H ₂ S: no sugiere Salmonella	Escherichia coli
67	M-23	Empanada	MacConkey (MAC)	10 ⁻³	0,1	241	1000	241000 0	LF rosa: E. coli presuntivo	Escherichia coli
68	M-23	Empanada	EMB	10 ⁻³	0,1	182	1000	182000 0	Oscuras con brillo metálico (E. coli)	Escherichia coli
69	M-23	Empanada	SS agar	10 ⁻³	0,1	36	1000	360000	Sin H ₂ S: no sugiere Salmonella	Escherichia coli

70	M-24	Arroz con pollo	MacConkey (MAC)	10 ⁻³	0,1	189	1000	189000 0	LF rosa: E. coli presuntivo	Escherichia coli
71	M-24	Arroz con pollo	EMB	10 ⁻³	0,1	121	1000	121000 0	Oscuras con brillo metálico (E. coli)	Escherichia coli
72	M-24	Arroz con pollo	SS agar	10 ⁻³	0,1	22	1000	220000	Sin H ₂ S: no sugiere Salmonella	Escherichia coli
73	M-25	Caldo	MacConkey (MAC)	10 ⁻²	0,1	151	100	151000	LF rosa: E. coli presuntivo	Escherichia coli
74	M-25	Caldo	EMB	10 ⁻²	0,1	175	100	175000	Oscuras con brillo metálico (E. coli)	Escherichia coli
75	M-25	Caldo	SS agar	10 ⁻²	0,1	13	100	13000	Sin H ₂ S: no sugiere Salmonella	Escherichia coli

76	M-26	Pollo asado	MacConkey (MAC)	10 ⁻²	0,1	242	100	242000	LF rosa: E. coli presuntivo	Escherichia coli
77	M-26	Pollo asado	EMB	10 ⁻²	0,1	108	100	108000	Oscuras con brillo metálico (E. coli)	Escherichia coli
78	M-26	Pollo asado	SS agar	10 ⁻²	0,1	45	100	45000	Sin H ₂ S: no sugiere Salmonella	Escherichia coli
79	M-27	Arroz con menestra	MacConkey (MAC)	10 ⁻²	0,1	185	100	185000	LF rosa: E. coli presuntivo	Escherichia coli
80	M-27	Arroz con menestra	EMB	10 ⁻²	0,1	107	100	107000	Oscuras con brillo metálico (E. coli)	Escherichia coli
81	M-27	Arroz con menestra	SS agar	10 ⁻²	0,1	11	100	11000	Sin H ₂ S: no sugiere Salmonella	Escherichia coli

82	M-28	Empanada	MacConkey (MAC)	10^{-4}	0,1	233	10000	2330000	LF rosa: E. coli presuntivo	Escherichia coli
83	M-28	Empanada	EMB	10^{-4}	0,1	107	10000	1070000	Oscuras con brillo metálico (E. coli)	Escherichia coli
84	M-28	Empanada	SS agar	10^{-4}	0,1	37	10000	3700000	Sin H ₂ S: no sugiere Salmonella	Escherichia coli
85	M-29	Encebollado	MacConkey (MAC)	10^{-2}	0,1	10	100	10000	Crecimiento pobre/no característico (MAC)	Staphylococcus aureus
86	M-29	Encebollado	EMB	10^{-2}	0,1	6	100	6000	Crecimiento pobre/no característico (EMB)	Staphylococcus aureus
87	M-29	Encebollado	SS agar	10^{-2}	0,1	0	100	0	Sin rasgos de enterobacterias (SS)	Staphylococcus aureus

88	M-30	Arroz con pollo	MacConkey (MAC)	10 ⁻³	0,1	101	1000	101000 0	Colonias pálidas: no fermenta lactosa	Salmonella spp.
89	M-30	Arroz con pollo	EMB	10 ⁻³	0,1	116	1000	116000 0	Oscuras sin brillo metálico	Salmonella spp.
90	M-30	Arroz con pollo	SS agar	10 ⁻³	0,1	184	1000	184000 0	H ₂ S (+): compatible con Salmonella	Salmonella spp.

Elaborado por: Dionicio Marcelo Vargas Soria

Fuente: Examen realizado por la investigado

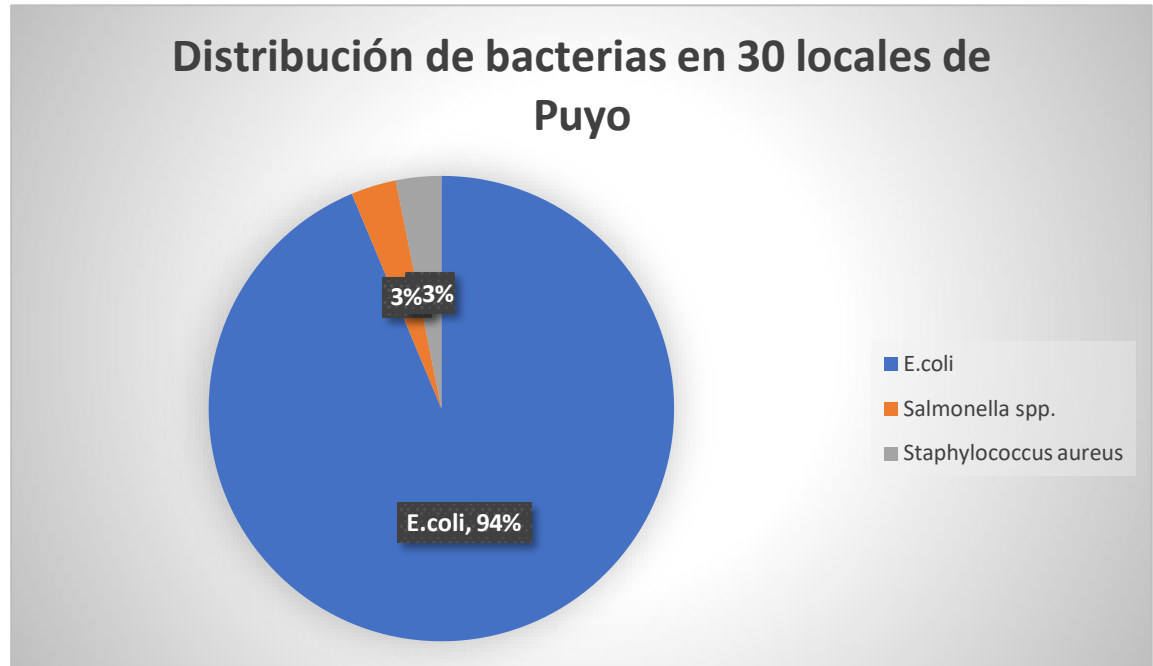


Gráfico 2: Distribución de bacterias en 30 locales de Puyo

Elaborado por: Dionicio Vargas

Fuente: Investigación Microbiológica

Análisis e interpretación de los resultados:

En la investigación realizada en 30 locales de la ciudad de Puyo, se determinó que la bacteria con mayor presencia fue *Escherichia coli*, detectada en 28 locales (93,3 %), lo que confirma que la contaminación fecal es el principal riesgo sanitario en los alimentos expendidos en la zona. Asimismo, en dos locales (6,6 %) se identificaron otros patógenos: *Staphylococcus aureus* en uno (3,3 %) y *Salmonella spp.* en otro (3,3 %), lo que demuestra que, aunque en menor frecuencia, existen microorganismos adicionales capaces de ocasionar problemas gastrointestinales en la población. Estos resultados ponen en evidencia fallas en la higiene y manipulación de los alimentos, y resaltan la

importancia de aplicar medidas de control sanitario y capacitación en buenas prácticas para proteger la salud de los consumidores en Puyo.

Encuesta

Pregunta 1.- ¿Lava sus manos con agua y jabón antes de preparar los alimentos?

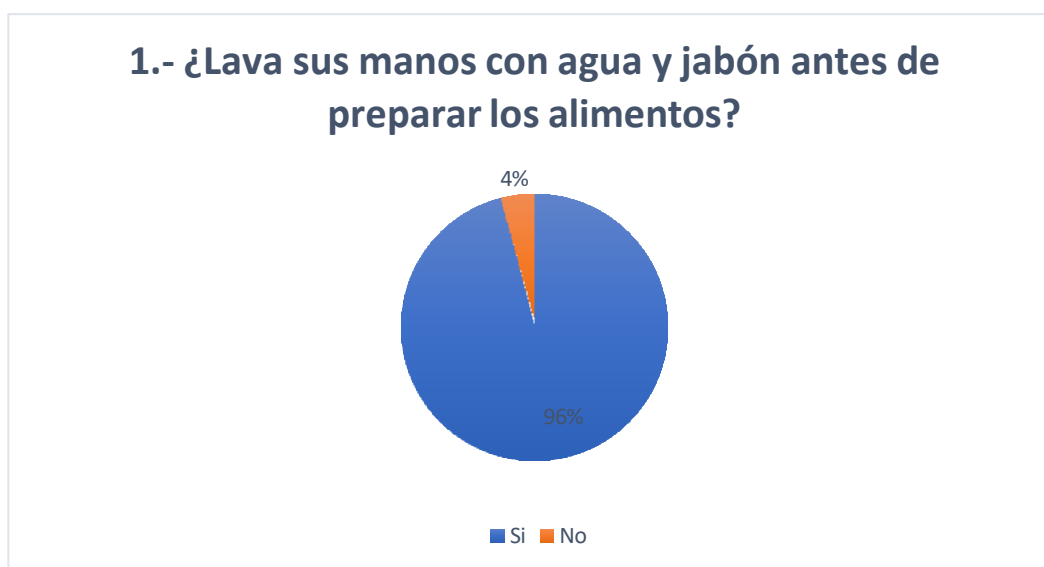


Gráfico 3: Lavado de manos

Elaborado por: Dionicio Vargas

Fuente: Encuesta realizada por el investigador

Análisis de resultado: La mayoría cumple con el correcto lavado de manos, lo que es un indicador positivo de higiene personal. El único local que no lo realiza representa un 4%, lo cual refleja un riesgo bajo, pero que requiere corrección inmediata porque el lavado de manos es la primera barrera contra la transmisión de *E. coli*.

Pregunta 2.- ¿Utiliza utensilios limpios y desinfectados durante la preparación de los alimentos?

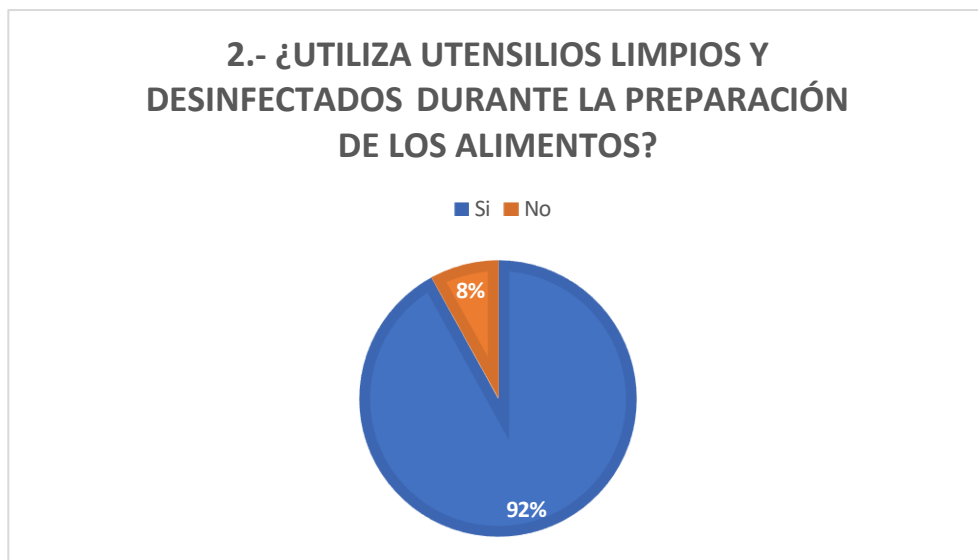


Gráfico 4: Limpieza de utensilios

Elaborado por: Dionicio Vargas

Fuente: Encuesta realizada por el investigador

Análisis de resultado: El 92% de locales sí aplica limpieza y desinfección de utensilios, lo que garantiza un adecuado control sanitario. Sin embargo, el 8% que no lo hace aumenta el riesgo de contaminación cruzada. Es importante reforzar capacitaciones en este grupo.

Pregunta 3.- ¿Se asegura de que los alimentos crudos (vegetales, carnes, huevos) estén correctamente lavados antes de usarlos?

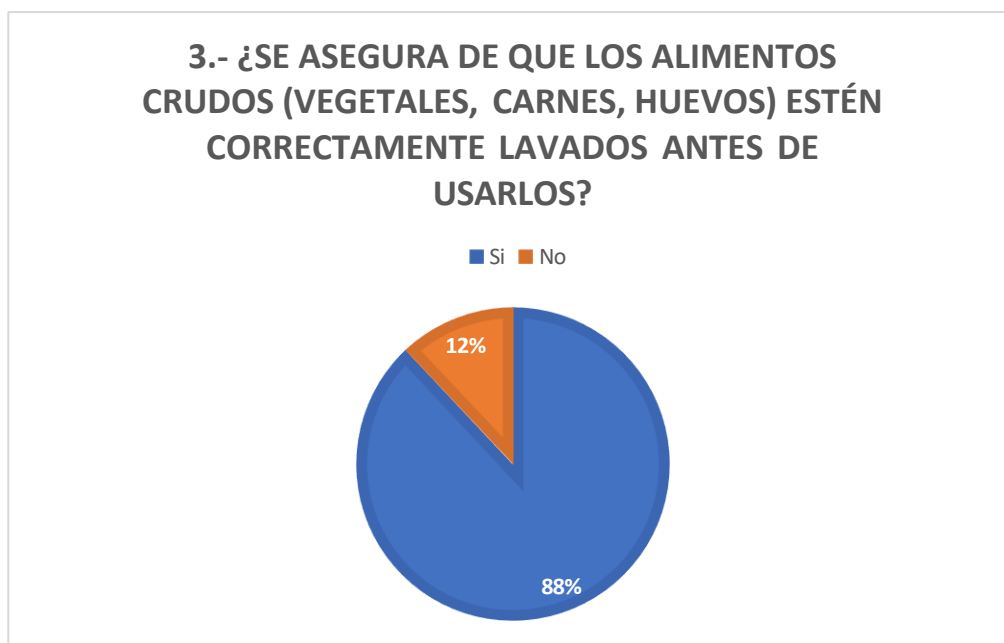


Gráfico 5: Lavado de alimentos

Elaborado por: Dionicio Vargas

Fuente: Encuesta realizada por el investigador

Análisis de resultado: Aunque el 88% cumple con el lavado de alimentos crudos, el 12% que no lo realiza representa un factor crítico, ya que vegetales, carnes y huevos son fuentes potenciales de *E. coli*. Esta es una de las preguntas con mayor incumplimiento y requiere intervención prioritaria.

Pregunta 4.- ¿Mantiene los alimentos a temperaturas adecuadas para evitar su descomposición?



Gráfico 6: Temperatura de alimentos

Elaborado por: Dionicio Vargas

Fuente: Encuesta realizada por el investigador

Análisis de resultado: El control de temperatura se cumple en un 96% de locales, lo cual es positivo. El incumplimiento en un local indica una debilidad puntual, que podría deberse a falta de equipos de refrigeración o desconocimiento de las temperaturas seguras.

Pregunta 5.- ¿Evita el contacto directo entre alimentos crudos y cocidos para prevenir contaminación cruzada?



Gráfico 7: Evita la contaminación cruzada

Elaborado por: Dionicio Vargas

Fuente: Encuesta realizada por el investigador

Análisis de resultado: El 92% de locales evita la contaminación cruzada, práctica clave en seguridad alimentaria. El 8% que no lo aplica constituye un riesgo elevado de transmisión bacteriana, por lo que amerita reforzar normas básicas de manipulación.

Pregunta 6.- ¿Cubre los alimentos durante su almacenamiento o exhibición para protegerlos del polvo, insectos o contaminación ambiental?

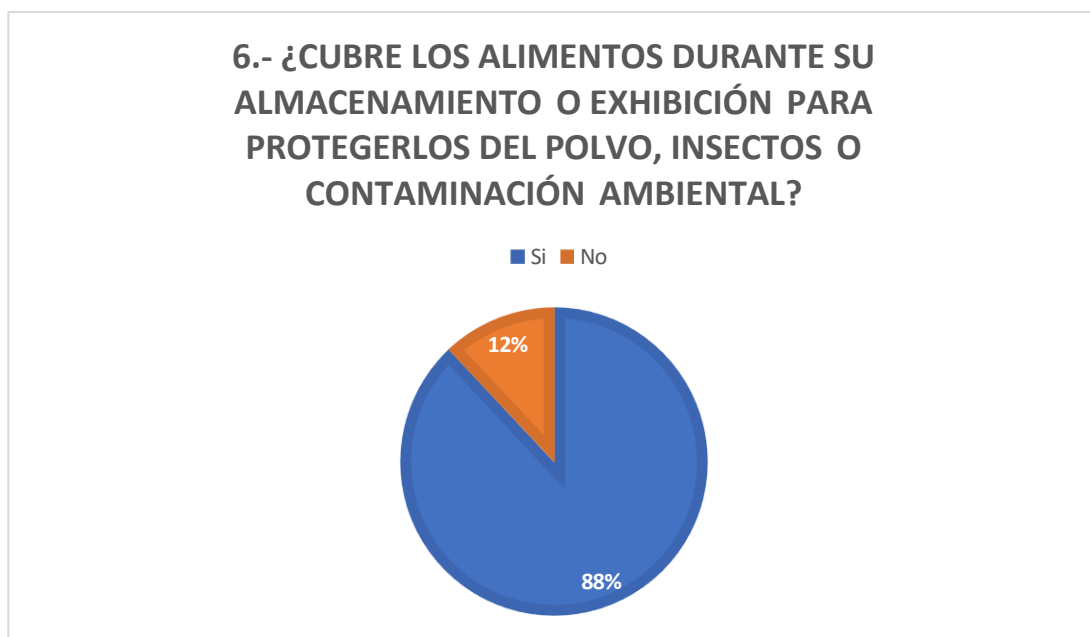


Gráfico 8: Almacenamiento de alimentos

Elaborado por: Dionicio Vargas

Fuente: Encuesta realizada por el investigador

Análisis de resultado: El 88% protege los alimentos de agentes contaminantes, sin embargo, el 12% que no lo hace constituye un foco de riesgo para la salud pública. Este es otro de los puntos más débiles encontrados y requiere un plan de mejora inmediata.

Pregunta 7.- ¿Limpia y desinfecta regularmente las superficies de trabajo y utensilios?



Gráfico 9: Desinfección de utensilios

Elaborado por: Dionicio Vargas

Fuente: Encuesta realizada por el investigador

Análisis de resultado: El 96% realiza desinfección de superficies, lo cual refleja buenas prácticas higiénicas. El incumplimiento de un local podría deberse a falta de productos desinfectantes o desconocimiento de la frecuencia adecuada.

Pregunta 8.- ¿Evita manipular dinero y alimentos al mismo tiempo?



Gráfico 10: Evita la manipulación del dinero y los alimentos

Elaborado por: Dionicio Vargas

Fuente: Encuesta realizada por el investigador

Análisis de resultado: El 92% cumple con separar el manejo de dinero y alimentos, práctica esencial para evitar contaminación bacteriana. El incumplimiento del 8% refleja la necesidad de implementar medidas organizativas, como designar a una persona solo para cobros.

Pregunta 9.- ¿Utiliza agua potable para la preparación y lavado de alimentos?

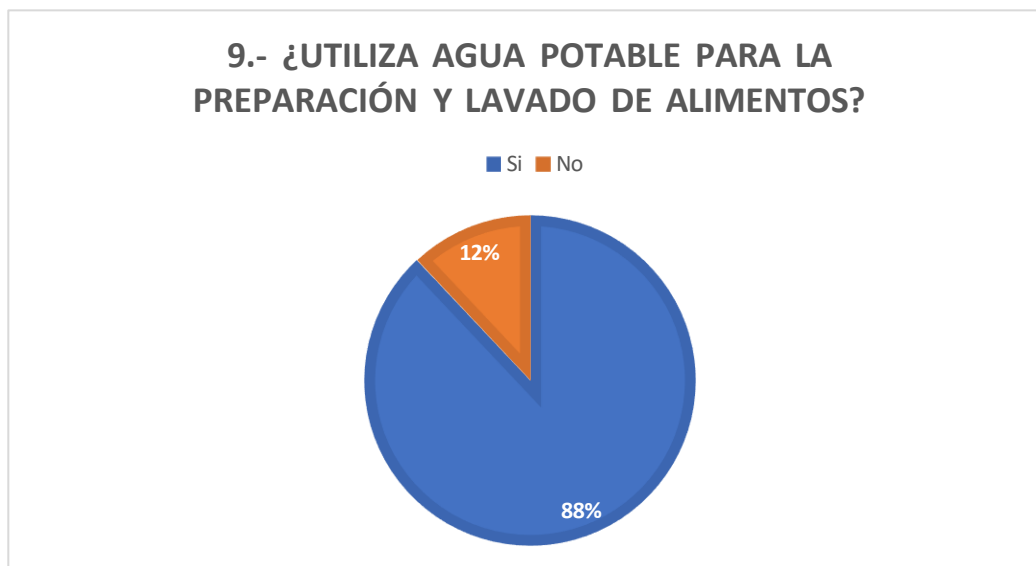


Gráfico 11: Utilización de agua potable

Elaborado por: Dionicio Vargas

Fuente: Encuesta realizada por el investigador

Análisis de resultado: Aunque el 88% sí utiliza agua potable, el 12% que no lo hace representa un riesgo alto, ya que el agua contaminada es una de las principales vías de transmisión de *E. coli*. Este punto crítico demanda acciones inmediatas de control.

Pregunta 10.- ¿Conoce que una correcta higiene en la elaboración de los alimentos previene infecciones por *E. coli*?

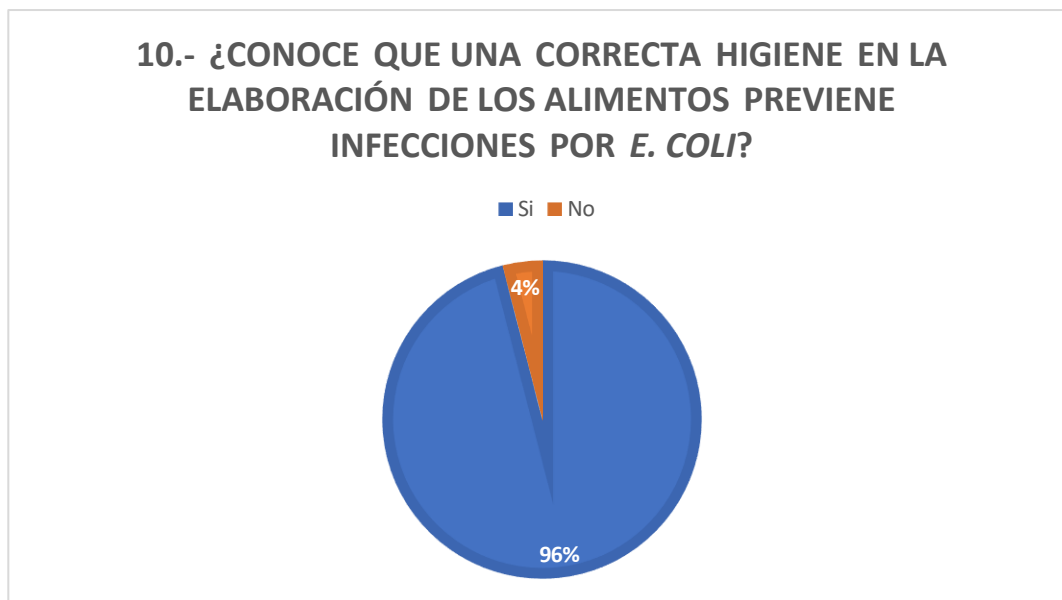


Gráfico 12: Conoce la prevención por *E.coli*

Elaborado por: Dionicio Vargas

Fuente: Encuesta realizada por el investigador

Análisis de resultado: El 96% de locales tiene conocimiento sobre la relación entre higiene y prevención de *E. coli*, lo cual es positivo. El 4% restante evidencia desconocimiento que puede incidir en malas prácticas, por lo que debe recibir capacitación.

Cuadro 8: Resultados de la encuesta

No.	ÍTEMS	Alternativas			
		Si		No	
		F	%	F	%
1	¿Lava sus manos con agua y jabón antes de preparar los alimentos?	30	100	0	0
2	¿Utiliza utensilios limpios y desinfectados durante la preparación de los alimentos?	28	93.3	2	6.7
3	¿Se asegura de que los alimentos crudos (vegetales, carnes, huevos) estén correctamente lavados antes de usarlos?	30	100	0	0
4	¿Mantiene los alimentos a temperaturas adecuadas para evitar su descomposición?	30	100	0	0
5	¿Evita el contacto directo entre alimentos crudos y cocidos para prevenir contaminación cruzada?	28	93.3	2	6.7
6	¿Cubre los alimentos durante su almacenamiento o exhibición para protegerlos del polvo, insectos o contaminación ambiental?	28	93.3	2	6.7
7	¿Limpia y desinfecta regularmente las superficies de trabajo y utensilios?	28	93.3	2	6.7
8	¿Evita manipular dinero y alimentos al mismo tiempo?	28	93.3	2	6.7
9	¿Utiliza agua potable para la preparación y lavado de alimentos?	28	93.3	2	6.7
10	¿Conoce que una correcta higiene en la elaboración de los alimentos previene infecciones por <i>E. coli</i> ?	30	100	0	0

Elaborado por: Dionicio Vargas

Fuente: Examen realizado por la investigadora

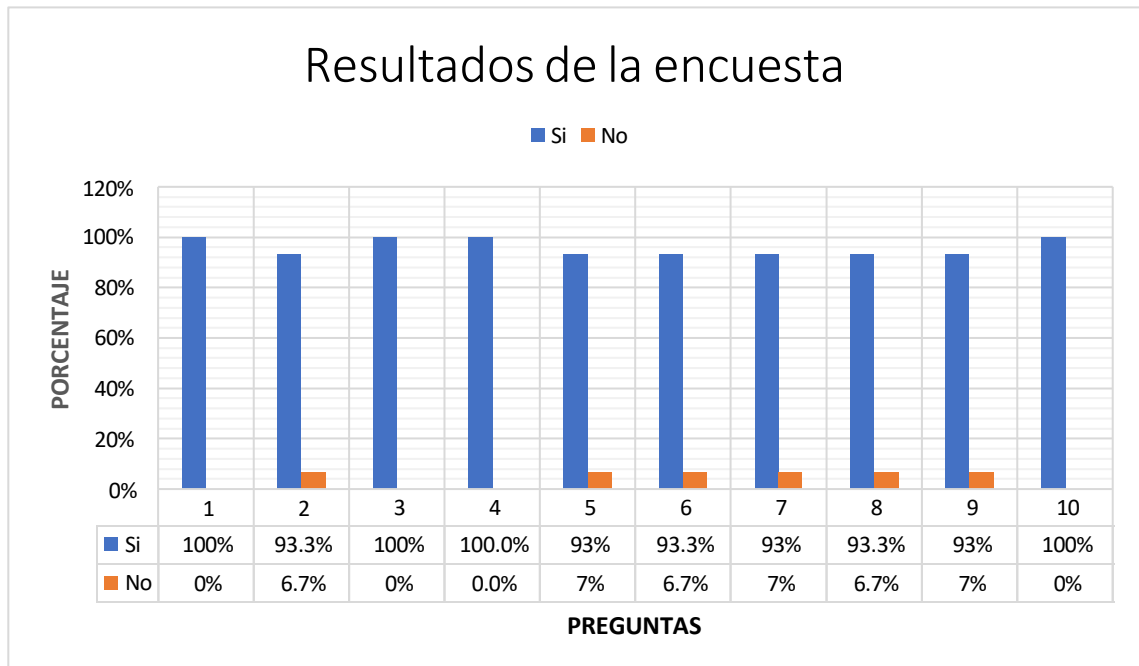


Gráfico 8: Resultados de la encuesta

Elaborado por: Dionicio Vargas

Fuente: Encuesta realizada por la investigadora

Análisis e interpretación de los resultados:

Los resultados de la encuesta reflejan un alto cumplimiento de prácticas higiénico-sanitarias en los 30 locales de alimentos evaluados. En la mayoría de los ítems, la respuesta afirmativa (“Sí”) supera el 93 %, destacando que todos los locales encuestados afirmaron lavarse las manos (100 %), lavar los alimentos crudos (100 %), mantenerlos a temperaturas seguras (100 %) y reconocer la importancia de la higiene para prevenir infecciones por *E. coli* (100 %).

Sin embargo, existen áreas críticas que requieren fortalecimiento: un 6,7 % de los locales no utiliza utensilios desinfectados, no evita la contaminación cruzada entre crudos y cocidos, no cubre los alimentos durante su almacenamiento, no desinfecta superficies regularmente, no separa la manipulación de dinero y alimentos, ni emplea agua potable de forma constante. Aunque los porcentajes de incumplimiento son bajos, estas brechas

representan riesgos significativos, pues una sola práctica incorrecta puede favorecer la transmisión de *Escherichia coli* y otras bacterias patógenas.

En conclusión, aunque el panorama general es favorable, se evidencia la necesidad de capacitaciones continuas para corregir las debilidades detectadas y garantizar que todos los locales mantengan estándares uniformes de inocuidad alimentaria, reduciendo así los riesgos de brotes de enfermedades gastrointestinales en la población consumidora.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- El análisis microbiológico realizado en los alimentos preparados y expendidos en los puestos callejeros del terminal terrestre de la ciudad de Puyo confirmó una alta prevalencia de *Escherichia coli* (93,33%), lo que evidencia una clara contaminación fecal y un riesgo directo para la salud de quienes consumen estos productos.
- La relación entre los hallazgos microbiológicos y las prácticas higiénico-sanitarias reportadas por los manipuladores de alimentos muestra que, aunque existe cierto conocimiento básico de higiene, todavía persisten fallas importantes en el manejo de utensilios, en la prevención de la contaminación cruzada y en el uso de agua potable. Estas deficiencias explican en gran medida la elevada presencia de bacterias patógenas.
- Entre los principales factores de riesgo identificados se encuentran la exposición al ambiente propio del terminal terrestre, la manipulación inadecuada de los alimentos y la falta de infraestructura adecuada para mantener la cadena de frío. Estos aspectos contribuyen a que la contaminación bacteriana se mantenga y, como consecuencia, se registren con frecuencia enfermedades gastrointestinales relacionadas con el consumo de alimentos callejeros en el sector.
- De manera general, la investigación permitió comprobar que la presencia de *Escherichia coli* en un 93,33% de las muestras está directamente vinculada con prácticas higiénicas insuficientes y con condiciones poco favorables del entorno de expendio. Esto resalta la urgencia de fortalecer los controles sanitarios, la

capacitación a los manipuladores y la vigilancia en este tipo de puestos de comida para disminuir los riesgos en la salud de la población.

5.2 Recomendaciones

Es necesario reforzar los controles sanitarios en los puestos de comida del terminal terrestre de Puyo. Para ello, las inspecciones deben ser más frecuentes y acompañarse de un seguimiento real, de modo que no se quede solo en una visita, sino que los vendedores puedan corregir a tiempo cualquier falla en higiene y manipulación de alimentos.

Se recomienda organizar talleres prácticos para los manipuladores de alimentos. Estos espacios deben enfocarse en aspectos sencillos pero claves: lavarse bien las manos, limpiar los utensilios con desinfectantes adecuados, usar siempre agua potable y cuidar la forma en que conservan los alimentos. Con capacitaciones continuas, no solo se mejora el conocimiento, sino que también se genera un hábito en la rutina de trabajo.

Es importante que las autoridades locales apoyen a los vendedores con infraestructura básica. Esto incluye garantizarles acceso a sistemas de refrigeración, lugares adecuados para almacenar los productos y puntos seguros de agua potable. De esta manera, se disminuye la posibilidad de que bacterias como *Escherichia coli* encuentren condiciones favorables para multiplicarse y afectar la salud de los consumidores.

También se sugiere impulsar campañas de concientización dirigidas a los consumidores. Muchas veces son ellos quienes, al elegir dónde y qué comer, pueden exigir mejores prácticas de higiene. Si la gente conoce los riesgos de consumir alimentos mal manipulados y aprende a identificar señales de falta de limpieza, se genera una presión positiva sobre los vendedores para que mantengan buenas prácticas de inocuidad.

Referencias bibliográficas

- 1.- Argüello, P., & Albuja, A. (2021). Inocuidad de los alimentos expendidos en la vía pública: Una revisión sistemática. Perfiles, Revista de la Facultad de Ciencias de la Salud de la ESPOCH, 1(26), 34–47.
<https://perfiles.esPOCH.edu.ec/index.php/perfiles/article/view/133>
- 2.- Blanco Crivelli, X., González, R., Rivero, M., & Paraje, M. G. (2018). Detection and characterization of enteropathogenic Escherichia coli strains of clinical origin. Frontiers in Microbiology, 9, 199. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.00199>
- 3.- Centers for Disease Control and Prevention. (2006). Importance of culture confirmation of Shiga toxin–producing E. coli. MMWR, 55(38).
<https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm5538a3.htm>
- 4.- Centers for Disease Control and Prevention. (2007). Laboratory-confirmed non-O157 STEC and SMAC agar note. MMWR, 56(02).
<https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm5602a2.htm>
- 5.- Centers for Disease Control and Prevention. (2024, May 14). About Escherichia coli infection. <https://www.cdc.gov/ecoli/about/index.html>
- 6.- Centers for Disease Control and Prevention. (2024, May 14). Symptoms of E. coli infection. <https://www.cdc.gov/ecoli/signs-symptoms/index.html>
- 7.- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (5th ed.). SAGE Publications.
- 8.- Chuquirima Salinas, V. E. (2021). Detección de Escherichia coli, coliformes totales y su susceptibilidad antibiótica en alimentos expendidos en restaurantes y puestos de venta libre alrededor de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Central del Ecuador (Tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador.
<https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/f26fdd3d-ae4c-4801-bbae-3e34095db000>

- 9.- Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], & World Health Organization [WHO]. (2020). Food safety: Key facts. WHO. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>
- 10.- Gomes, T. A. T., et al. (2016). Diarrheagenic E. coli. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5156508/>
- 11.- González-Ochoa, J., Cueva, L., & Cabrera, M. (2023). Escherichia coli y coliformes totales en superficies inertes del patio de comidas del terminal terrestre de Cuenca, Ecuador. *Revista Facultad de Ciencias de la Salud de la UNEMI*, 7(1), 45–55. <https://ojs.unemi.edu.ec/index.php/facsalud-unemi/article/view/1910>
- 12.- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill Interamericana.
- 13.- International Organization for Standardization. (2001, confirmed 2024). ISO 16649-2: Microbiology of food and animal feeding stuffs—Enumeration of β -glucuronidase-positive E. coli—Part 2. <https://www.iso.org/standard/29824.html>
- 14.- ISO. (2001). ISO 16649-2 (PDF sample). Horizontal method for the enumeration of β -glucuronidase-positive E. coli. <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/29824/cbb8efcaa00647c3807681d77c0fb144/ISO-16649-2-2001.pdf>
- 15.- Jaramillo, P., Paredes, M., & Viteri, C. (2020). Contaminación microbiológica en alimentos de venta callejera en Guayaquil, Ecuador. *Revista Médica del Ecuador*, 27(3), 112–120. <https://doi.org/10.32781/rme.273.2020.005>
- 16.- Kaper, J. B., & Nataro, J. P. (2004). Pathogenic Escherichia coli. *Nature Reviews Microbiology*, 2, 123–140. <https://www.nature.com/articles/nrmicro818>
- 17.- Loor-Giler, A., Robayo-Chico, M., Puga-Torres, B., Hernández-Alomía, F., Santander-Parra, S., Piantino Ferreira, A. J., Muslin, C., & Núñez, L. (2025). Escherichia coli O157:H7, a common contaminant of raw milk from Ecuador: Isolation and molecular identification. *Foods*, 14(3), 410. <https://doi.org/10.3390/foods14030410>

- 18.- Nataro, J. P., & Kaper, J. B. (1998). Diarrheagenic *Escherichia coli*. *Clinical Microbiology Reviews*, 11, 142–201. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9457432/>
- 19.- Organización Mundial de la Salud. (2020). Estimates of the global burden of foodborne diseases. OMS. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565165>
- 20.- Pan American Health Organization. (2019, June 6). Food safety is everyone's business. <https://www.paho.org/en/news/6-6-2019-food-safety-everyones-business>
- 21.- Pérez, P., Torres, A., & Castillo, R. (2023). Determinación de contaminación microbiológica de ríos en Ecuador: Enfoque en *Escherichia coli* y coliformes. *Revista Ecuatoriana de Salud Ambiental*, 5(2), 45–58. <https://doi.org/10.XXXX/resa.52023.004>
- 22.- Pires, S. M., Vieira, A. R., Hald, T., & Cole, D. (2021). Burden of foodborne diseases: Think global, act local. *The Lancet Gastroenterology & Hepatology*, 6(10), 865–867. [https://doi.org/10.1016/S2468-1253\(21\)00229-8](https://doi.org/10.1016/S2468-1253(21)00229-8)
- 23.- Porras, J. (2020). *Fundamentos de investigación científica*. Editorial Universitaria.
- 24.- Rivas, M., Miliwebsky, E., Chinen, I., Deza, N., & Leotta, G. (2016). Epidemiología del síndrome urémico hemolítico en Latinoamérica. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 40(5), 327–334. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2016.45>
- 25.- Rivas, M., Miliwebsky, E., Chinen, I., Roldán, C. D., Balbi, L., García, B., Fiorilli, G., Sosa-Estani, S., & Kincaid, J. (2016). Enterohemorrhagic (Shiga toxin-producing) *Escherichia coli*, hemolytic uremic syndrome, and hemolytic uremic syndrome-associated encephalopathy in Argentina: An evolving relationship. *Foodborne Pathogens and Disease*, 13(8), 427–433. <https://doi.org/10.1089/fpd.2015.2083>
- 26.- Rodríguez, C., & Galarza, R. (2021). Revisión sistemática sobre inocuidad alimentaria en América Latina. *Revista de Ciencias de la Salud*, 19(2), 145–158.
- 27.- Salazar-Lindo, E. (2011). *Escherichia coli* O157:H7 in Ecuador: Animal reservoirs, yet no recorded cases of human disease. *Applied and Environmental Microbiology*, 77(23), 8407–8410. <https://doi.org/10.1128/AEM.06147-11>

- 28.- Smith, A., Jones, B., & Lee, C. (2019). Population genomics of diarrheagenic *Escherichia coli* uncovers urban-rural transmission patterns in northern Ecuador. *Nature Communications*, 10, Article 1234. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-09500-0>
- 29.- World Health Organization. (n.d.). WHO estimates of the global burden of foodborne diseases. WHO. <https://www.who.int/data/gho/data/themes/who-estimates-of-the-global-burden-of-foodborne-diseases>
- 30.- World Health Organization. (n.d.). Estimating the burden of foodborne diseases. WHO. <https://www.who.int/activities/estimating-the-burden-of-foodborne-diseases>
- 31.- Zegarra-Cueva, G., Chávez, M., & Aquino, S. (2019). Evaluación microbiológica de alimentos listos para consumo en Lima Metropolitana: Riesgo de contaminación por *Escherichia coli*. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 36(2), 250–257. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2019.362.4309>
- 32.- Zegarra-Cueva, L., Chávez, J., & Aquino, M. (2019). Prevalencia de *Escherichia coli* en alimentos listos para consumo en Lima, Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 36(2), 287–293. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2019.362.4448>

Anexos:

Anexo 1: *E. coli* en agar MacConkey, agar EMB, agar SS



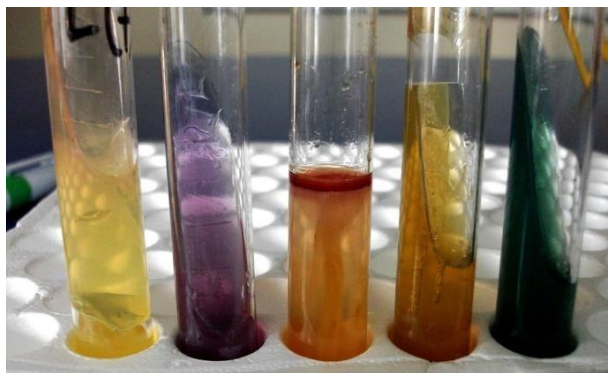
Fuente: Crecimiento microbiológico en muestra de pollo asado y el impacto que implica en la sanidad de Puyo – 2025

Anexo 2: Antibiograma de resistencia de *E.coli*



Fuente: Resistencia de *E.coli* frente a medicamentos de primera y segunda generación

Anexo 3: Baterías bioquímicas



Fuente: Determinación de *E.coli* mediante fermentación de lactosa, indol positivo, oxidasa negativa

Anexo 4: Observación de bacilos de *E.coli*



Fuente: *E.coli* bacterias gram negativas al microscopio con lente de 100X

Anexo 5: Consentimiento informado

DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO INFORMADO
Yo, Luis Antonio Moran Viteri, en calidad de representante legal del establecimiento "Los Maitos de Tilapia", he leído y comprendido la información proporcionada sobre el estudio denominado: "Identificación de Escherichia coli en alimentos callejeros y su relación con enfermedades gastrointestinales".

Autorizo de manera libre y voluntaria la recolección de muestras de alimentos en este local, con fines exclusivamente académicos y científicos. Se me ha informado que los resultados serán utilizados de forma confidencial y no afectarán la reputación del establecimiento.

Firmo en constancia de mi consentimiento.


Firma del responsable del establecimiento

Luis Antonio Moran Viteri 16 00 2342 51
Nombre y C.I.


Firma del investigador responsable
Dionicio Marcelo Vargas Soria
C.I.: 1600676355

Fecha: 25 / 04 / 2025

Fuente: Obtención de permiso del establecimiento que se realizó los exámenes de laboratorio