

ANÁLISIS DEL RIESGO BIOLÓGICO POR LA *ESCHERICHIA COLI* A CAUSA DE LA
MALA MANIPULACIÓN DE LOS PRODUCTOS CÁRNICOS EN LAS CARNICERÍAS EN
LAS PRINCIPALES PLAZAS DE MERCADO DE LA CIUDAD DE VILLAVICENCIO.



HENRY SANTIAGO NOVOA ANGEL
DIANA CAROLINA ZAPATA CASTELLANOS



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
VILLAVICENCIO
2024

ANÁLISIS DEL RIESGO BIOLÓGICO POR LA *ESCHERICHIA COLI* A CAUSA DE LA
MALA MANIPULACIÓN DE LOS PRODUCTOS CÁRNICOS EN LAS CARNICERÍAS EN
LAS PRINCIPALES PLAZAS DE MERCADO DE LA CIUDAD DE VILLAVICENCIO

HENRY SANTIAGO NOVOA ANGEL
DIANA CAROLINA ZAPATA CASTELLANOS

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de ingenieros ambientales

Director:

Mg. ANGÉLICA MARÍA BUSTAMANTE ZAPATA
Magister en Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental

Codirector

Ing.JAIR ESTEBAN BURGOS CONTENTO
Ingeniero Ambiental y maestrante en Hidrosistemas

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
VILLAVICENCIO

2024

Autoridades Académicas

P. Álvaro José ARANGO RESTREPO, O.P.

Rector General

P. Mauricio Antonio CORTÉS GALLEGO, O.P.

Vicerrector Académico General

P. José Antonio BALAGUERA CEPEDA, O.P.

Rector Seccional Villavicencio

P. Rodrigo GARCÍA JARA, O.P.

Vicerrector Académico Seccional Villavicencio

Mg. JULIETH ANDREA SIERRA TOBÓN

Secretaria General Seccional Villavicencio

Mg. WILLIAM PEÑARANDA ZARATE

Decano de la Facultad de Ingeniería Ambiental

Dedicatoria

Primero darle gracias a Dios por permitirme estudiar una profesión tan hermosa como es la ingeniería ambiental, por darme serenidad y entendimiento en los momentos en que mi mente estaba confusa.

A mi madre Alba Nidia Castellanos Castro, por todo tu amor y esfuerzo en el transcurso de mi formación, porque sé de todo lo que hiciste para que esto sucediera entre todos los sacrificios, porque siempre estuviste apoyándome en especial cuando no sabía por dónde empezar.

A mi padre Ángel Augusto Zapata Cortes, agradezco tu apoyo y amor en cada paso obtenido durante el transcurso de mi carrera. Sé que estás muy orgulloso de mí y eso me llena mucho el corazón.

A mi ángel Arnulfo Castro, porque siempre me alentabas y me dabas tus palabras sabias en los momentos precisos y por ser como un tío para mí, te dedico mi título porque sé que si estuvieras acá estarías tan orgulloso de mí.

A mi novio Jhonatan David Moreno Ríos, agradezco todo el apoyo que me diste en estos últimos semestres tan difíciles y cuestionables, por darme tanto amor cuando más lo necesitaba.

Por último, pero no menos importante a mi familia por todo el amor y aliento, a las amigas tan maravillosas que me regaló esta formación, gracias porque siempre conté con su apoyo y conocimiento, porque, aunque todo estuviera al revés con cada risa lo cambiaban todo.

Diana Carolina Zapata Castellanos.

Este trabajo está dedicado en primer lugar a mi señor, mi Dios. Sin Él no hubiera sido posible estar escribiendo estas palabras en este documento que me permite graduarme como ingeniero ambiental.

En segundo lugar, este trabajo también va dedicado a mis padres Henry y Pilar. Con el apoyo y esfuerzo de ellos logré cumplir una de las metas de mi vida.

En tercer lugar, a mis hermanos Gina y David. Apoyo fundamental para sobrevivir a una carrera universitaria en Villavicencio.

Finalmente, a todos aquellos que siempre me apoyaron, mi tía Mónica, mi primo José, mi prima Laura y su familia.

- Henry Santiago Novoa Angel.

Agradecimiento

A la directora de nuestra investigación, la Ingeniera Ambiental, Especialista en Gerencia de Proyectos y Magister en Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental, la docente Angélica María Bustamante Zapata, por todo el apoyo, conocimiento y exigencias que nos brindó en el transcurso de la investigación.

Al codirector el Ingeniero Ambiental y Maestrante en Hidrosistemas, el docente Jair Esteban Burgos Contentó, agradecemos los conocimientos y sugerencias brindadas para el desarrollo de la investigación.

A los expendios de carne de las plazas de mercado principales de la ciudad que nos dieron la oportunidad de realizar nuestro estudio de investigación en un tema que no es tan común en nuestra región.

A la Universidad Santo Tomás sede Villavicencio por la formación brindada, por los docentes que muchas veces nos alentaron a continuar. Agradecemos los conocimientos y herramientas brindadas en el transcurso de nuestra formación académica.

- Diana Carolina Zapata Castellanos.

Nunca va a ser suficiente el agradecimiento a mi padre Dios vivo y eterno, señor mío muchas gracias por todo infinita misericordia y por demostrarme que eres un Dios vivo y de poder. Te amo y agradezco demasiado a ti, mi Dios.

Amados padres, gracias por todo el sacrificio que hicieron por mí, al final ustedes fueron los que más fe tuvieron en mí. Este documento se carga para que quede prueba eterna del amor que ustedes tienen conmigo. Los amo inmensamente.

Gina y David, gracias por estar conmigo siempre, los consejos, el tiempo que me invirtieron y por estar siempre para mí. Los amo mucho <3.

Tía Moni, tu fuiste de gran ayuda y apoyo, gracias por los consejos, te amo mucho. José, primo gracias por estar siempre ahí y ser esa amistad incondicional, lo amo mucho. Prin, gracias por siempre apoyarme y creerme en mí, la amo mucho.

De mis amigos me gustaría agradecerle a Rox, sin ti la universidad hubiera sido super rara y sola, tu apoyo siempre fue indispensable, tiamo. A Dani, porque me demostraste que es ser un verdadero amigo, te amo y te extraño porque estas lejos. Lida y Vero, gracias por ayudarme a crecer como persona y profesional.

A mi directora Angelica, que nunca perdió en la fe, aunque nos escondíamos de ella, gracias por todo. A Burguis por todo el apoyo, te quiero mucho Burguis.

- Henry Santiago Novoa Angel.

Contenido

	Pág.
Resumen	11
Abstract	12
Introducción	13
1. Objetivos	15
2. Antecedentes	16
3. Marco de Referencia	18
Marco Teórico	18
Marco legal.....	21
4. Metodología	22
5. Resultados y análisis	28
6. Discusión de resultados	45
7. Impacto social y humanístico del proyecto	48
8. Conclusiones	49
9. Recomendaciones.....	51
10. Bibliografía.....	52
11. Anexos.....	59

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. Marco Legal	21
Tabla 2. Imágenes de referencia, preparación de agua peptonada.	25
Tabla 3. Esterilización de instrumentación	26
Tabla 4. Imágenes del proceso de siembra y finalización	26
Tabla 5. Análisis de la Ausencia - Presencia de Escherichia Coli.	32
Tabla 6. Test de Normalidad de Shapiro-Wilks.....	35
Tabla 7. Proporción de la inercia por cada dimensión.	39
Tabla 8. Relación PCA dimensión 1.	40
Tabla 9. Relación PCA dimensión 2.	40
Tabla 10. Relación PCA dimensión.	40
Tabla 11. Coeficientes del modelo de regresión logística.....	42
Tabla 12. Resultados de las muestras analizadas.	68

Lista de figuras

	Pág.
Figura 2 Agar MacConkey.....	25
Figura 3 Diagrama de cajas y bigotes por cada pregunta de la lista de chequeo usada para la investigación.....	33
Figura 4 Boxplot de cuadros ocupados en el Agar.....	34
Figura 5 Boxplot de cuadros ocupados en el Agar con presencia de E. Coli.....	35
Figura 6 Histograma por pregunta.	37
Figura 7 Gráficos de MCA por Columnas (izquierda) y filas (derecha).....	38
Figura 8 Eigenvalues de inercia por componente principal.	39
Figura 9 Mapa de calor de la correlación de Spearman entre variables.....	41
Figura 10 Comparativa entre modelo y el conteo manual.	43

Lista de Ecuaciones

	Pág.
Ecuación 1. Tamaño de la muestra.....	23
Ecuación 2. Fórmula del modelo de regresión logística.	42

Lista de Anexos

	Pág.
Anexo 1 Evidencia de la información solicitada a cámara y comercio.	59
Anexo 2 Evidencia de correo a la dirección de saneamiento ambiental de la secretaria de Salud municipal.	60
Anexo 3 Preguntas y respuestas de la lista de chequeo.....	60
Anexo 4 Análisis general de las respuestas.....	67
Anexo 5 Resultados de las muestras analizadas.....	67
Anexo 6 Aplicación del modelo logístico comparado con el conteo manual.	75

Resumen

En esta investigación se presentan el resultado de los análisis del riesgo biológico por *la Escherichia Coli* a causa de la manipulación de los productos cárnicos en las plazas de mercado principales de la ciudad de Villavicencio; ya que el riesgo biológico en los expendios de carne está ligado a la manipulación de los alimentos, el productor y trabajadores de los establecimientos se considera que son principalmente los más afectados ante la problemática. El estudio trató de tres fases, la primera es la caracterización de treintaicinco establecimientos de expendio de las cuatro plazas más importantes de Villavicencio, caracterizadas con una lista de chequeo readaptada de las herramientas del Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA) cuando audita este tipo de negocios. La segunda fase es análisis de la presencia de la bacteria *Escherichia Coli* de una muestra de carne de cada establecimiento por medio de un cultivo por inmersión en agar selectivo MacConkey para encontrar la presencia de bacterias en la totalidad de muestras con un 54% de *E. Coli*. Por último, la tercera fase constó de la aplicación de un modelo de regresión logística con una precisión del 86%, que dio la probabilidad de presencia de *E. Coli* en los muestreos con solo contestar las preguntas 3, 7, 13, 17, 25, 27, 35 y 37 que demostraron que el riesgo estar relacionado con el estado del establecimiento, la asepsia del trabajador y el origen de la carne. El trabajo concluye en que los modelos pueden ser herramientas de gran utilidad, siempre y cuando, el modelo se pueda alimentar con la cantidad suficiente de información, adicionalmente demuestra que la presencia de bacterias en la carne es un riesgo que se puede estar presentado los alimentos que consumen las personas, pero la población no tiene el conocimiento de que están presentado síntomas de las enfermedades transmitidas por los alimentos (ETA's).

Palabras Claves: *Escherichia Coli*, Modelo de regresión logístico, Productos Cárnicos, Riesgo Biológico.

Abstract

In this research, the aim is to analyze the biological risk posed by *Escherichia Coli* due to the handling of meat products in the main market squares of the city of Villavicencio. The biological risk in butcher shops is linked to food handling, and it is considered that the producer and workers of the establishments are mainly the most affected by the problem. The study consisted of three phases. The first phase is the characterization of thirty-five sales establishments in the four most important squares in the city of Villavicencio, characterizing them through a checklist readapted from the tools used by INVIMA when auditing this type of business. The second phase is the presence of the *Escherichia Coli* bacteria from a meat sample from each establishment through a culture by immersion in selective MacConkey agar to find the presence of bacteria in all samples with 54% of *E. Coli*. Finally, the third phase consisted of the application of a logistic regression model with an accuracy of 86%, which gives the probability of the presence of *E. Coli* in the samples by only answering questions 3, 7, 13, 17, 25, 27, 35, and 37, which show that the risk is related to the state of the establishment, the asepsis of the worker, and the origin of the meat. The work concludes that models can be very useful tools, if the model can be fed with enough information, and it also shows that the presence of bacteria in meat is a risk that can be presented in the food that people consume, but the population does not have the knowledge that they are presenting symptoms of ETA's.

Key words: *Escherichia Coli*, Logistic regression model, Meat Products, Biological Risk.

Introducción

El consumo de carne a nivel mundial va en aumento, Colombia es uno de los países con mayor producción de carne bovina en América Latina, según datos de la federación nacional de ganaderos (FEDEGAN), en el mes de diciembre del 2022 el sacrificio de cabezas de ganado fue de 285.954 (Federación Colombiana de ganaderos (Fedegan), 2019). Las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) son principalmente las constituyentes de los problemas de salud pública en todo el mundo, la manipulación de los alimentos tiene gran importancia en la incidencia y prevalencia de las ETA (Organización Mundial de la Salud (OMS), Organización Panamericana de la salud (OPS), 2015). El ganado vacuno puede contaminarse en cualquier etapa de su proceso, la mayoría de las plantas de sacrificio municipales tienen mal manejo de las acciones sanitarias, lo cual causa la proliferación de organismos microbianos provenientes de las heces del ganado que llega a contaminar canales y varias superficies de contacto en las plantas de sacrificio y en los expendios de carne (Atnafie et al., 2017).

Las ETA son definidas por la Organización Mundial de la Salud como “un conjunto de síntomas causados por el consumo de agua o alimentos que contienen agentes biológicamente activos (bacterias o parásitos), o sustancias no biológicamente activas (pesticidas o metales pesados), que afectan la salud del consumidor en forma aguda o crónica a nivel individual o grupal (Londoño et al., 2018). Según datos de la OMS, se estima que cada año enferman en el mundo unos 600 millones de personas, se considera que casi 1 de cada 10 habitantes por ingerir alimentos contaminados (Organización Mundial de la Salud (OMS), 2020). Los niños menores de 5 años corren un riesgo particularmente grande y 125.000 niños mueren cada año de enfermedades de transmisión alimentaria (Organización Mundial de la Salud (OMS), 2020). La influencia de estas está relacionada con las deficiencias higiénico-sanitarias de los alimentos durante su elaboración o por el uso de materias primas contaminadas (Franco Anaya et al., 2013). La manipulación de alimentos juega un papel importante, la carne cruda debe manipularse con cuidado para evitar una posible contaminación cruzada, especialmente cuando los patógenos se transfieren a través de los jugos de la carne cruda, a través del contacto con otros alimentos y, por supuesto, a través de la manipulación antihigiénica por parte de los humanos (Vásquez & Tasayco, 2020)

Por lo anterior es muy importante que los trabajadores de las plantas de sacrificio y expendios de carne tengan conocimientos de la seguridad alimentaria para poder cumplir con los

estándares que se estipulan en la Organización Mundial de la Salud (OMS), en caso de que los estándares no se cumplan el gobierno debe prestar atención y asistencia a la mejora de los estándares y la calidad de la carne (Haileselassie et al., 2013), por esto, son relevantes para el país en salud pública porque son indicadores de morbilidad en la población, aunque se encuentran grandes vacíos de información que identifique los casos de ETA, a causa que la mayoría de personas no acuden a un puesto de salud para su posterior revisión, además de esto no tienen presente cual alimento fue el que los contaminó, pero la OMS en el año 2015 estimo que 600 millones de personas se enferman por el mal estado de la carne de estos 420,000 personas pierden la vida por esta causa (Vásquez & Tasayco, 2020).

A través de este proyecto de investigación se realizó un análisis para determinar el riesgo biológico por *Escherichia Coli* a causa de la contaminación cruzada en los expendios de carne de las principales plazas de mercado del municipio de Villavicencio por medio de una muestra de los expendios de carne allí ubicadas, las cuatro plazas de mercado en las que se desarrolló el estudio fueron las siguientes: la plaza de mercado Llanoabastos, La Palza de Mercado de San Isidro, La Plaza de Mercado del Popular y La Plaza de Mercado del 7 de Agosto, en total estas cuatro plazas de mercado constan de 72 establecimientos de los cuales 35 establecimientos permitieron el desarrollo de dicho estudio. De cada expendio de carne se realizó la aplicación voluntaria de un checklist adaptado del Acta De Inspección Sanitaria Con Enfoque De Riesgo Para Expendios De Carne Y/O Productos Cárnicos Comestibles enfocado en las condiciones del expendio y su actividad relacionadas a la manipulación de los productos cárnicos, adicionalmente se tomó una muestra del producto mas vendido de cada expendio. Una vez obtenidas las muestras se practicó el método de ausencia – presencia para cada muestra de carne mediante el agar MacConkey por siembra por inmersión, buscando asegurar la presencia de la *E. Coli* en cada muestra y contando la cantidad de agar donde se presentó crecimiento de esta. Con los resultados obtenidos del checklist y cultivos con el agar se realizó el entrenamiento de un modelo de regresión logística, donde, con por medio de nueve preguntas preseleccionadas determinaría la ocupación total del agar por la bacteria *E. Coli* con base a las respuestas de las preguntas.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Determinar el nivel de riesgo biológico por contaminación de la carne a causa de *Escherichia Coli* debido a la manipulación y las condiciones de trabajo en los expendios de carne en las principales plazas de la ciudad de Villavicencio

1.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar los establecimientos de expendio de carne, con las variables categóricas relevantes de las regulaciones sanitarias nacionales e internacionales, sobre la manipulación de los productos cárnicos.
- Analizar la presencia de *Escherichia Coli* en porciones de carne de los establecimientos caracterizados, mediante un cultivo, para su posterior relacionamiento con las prácticas de manipulación.
- Evaluar el riesgo biológico ambiental de *Escherichia Coli* a través de un modelo estadístico.

2. Antecedentes

La carne es vista como responsable de la mayoría de los casos de ETA, en Roma en el 2007 se publicó un manual de buenas prácticas para la industria de la carne la cual proporciona buenas prácticas con el fin de ser orientado a la más alta calidad para exportaciones o expendios locales (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Fundación Internacional Carrefour, 2007). Las recomendaciones de buenas prácticas están basadas en el nuevo código del CODEX, que son normas alimentarias adoptadas internacionalmente y presentadas uniformemente, el manual considera todos los procedimientos, las instalaciones y las consideraciones del personal involucrado en el cuidado de la carne y el bienestar de los animales (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Fundación Internacional Carrefour, 2007).

En la ciudad de Nairobi capital de Kenia se realizó un estudio en el 2009, en el cual se recolectaron monedas a taxistas, fruteros, limpiabotas, carniceros, encargados de quioscos de comida/restaurantes, entre otros, para realizar análisis de patógenos, los cuales se encontraron *Escherichia coli*, *Klebsiella*, *Serratia*, *Enterobacter*, *Salmonella*, *Acinetobacter*, *Enterococci*, *Staphylococcus* y *Bacillus cereus*, representando un riesgo para la salud pública por la manipulación de alimentos y dinero al mismo tiempo (Kuria et al., 2009).

En un estudio realizado en Etiopía en el cual se evaluó el conocimiento y las prácticas de seguridad alimentaria en el manejo de la carne y determinar la carga microbiana y los organismos patógenos en la carne en la ciudad de Mekelle. Los resultados arrojaron que los perfiles microbianos se encontraron más altos que en los estándares de la OMS, el conocimientos y las prácticas de seguridad de la carne por parte de los trabajadores de plantas de sacrificio y expendios de carne no son eficientes para su control, por tal razón el nivel de riesgo para la salud de los consumidores, los reguladores de la seguridad alimentaria deben de formular y hacer cumplir todo lo reglamentario, esta razón la salud ambiental se puede volver crítica (Haileselassie et al., 2013).

En Ecuador un estudio que se realizó en superficies inertes que tienen contacto con el consumo de alimentos, de las 120 muestras casi la totalidad de estas dieron positivas para *Escherichia Coli* o Coliformes Fecales, por ello se deben reforzar las medidas de higiene y diferentes técnicas de desinfección. (Villavicencio Figueroa et al., 2023).

En Cartagena se realizó un estudio sobre la Relación genética entre pátotipos de *Escherichia Coli* aislados de productos alimenticios para consumo humano en el año 2015, se analizaron productos alimenticios como leche pasteurizada, jugo de frutas sin pasteurizar, carne molida de res, queso y vegetales en cuatro tiendas minoristas; a los cuales se les realizó cultivos en medio líquido para determinar la presencia de *E. Coli spp* de los cuales resultaron positivo para la carne molida de res y el queso, se demostró que la mayoría de los alimentos que se sirven para el consumo humano en el mercado público de Cartagena están contaminados con bacterias coliformes, *Escherichia coli* y el enteropatógeno *Escherichia coli*. (Amézquita-Monte et al., 2015).

En el boletín de prensa de la Alcaldía de Villavicencio en el 2019, se realizó inspección a los expendios de carne en los barrios La Reliquia, Betty Camacho y Trece de Mayo, con el fin de controlar la venta ilegal de carne, incautaron 220 kilos de carne que se encontraba en malas condiciones de higiene sanitario y de comercialización ilegal, ya que su manipulación se realizaba desde casa sin las condiciones adecuadas para su manipulación, la Secretaría de Salud invitó a realizar la compra de dicho producto en establecimiento legalmente constituidos para evitar complicaciones o daños en la salud humana y ambiental (Alcaldía del Municipio de Villavicencio, 2019)

3. Marco de Referencia

3.1 Marco Teórico

3.1.1 *Enfermedades de Transmisión por Alimentos*

El comercio informal de alimentos es una actividad que satisface a millones de personas por la necesidad de obtener alimentos a bajo costo y de fácil acceso, sin embargo, en el proceso de elaboración de los alimentos pueden ocurrir riesgos para la salud de la población cada vez que los alimentos son preparados sin la correcta manipulación, produciendo en el consumidor enfermedades transmitidas por alimentos, ETAs (Enfermedades Transmitidas por Alimentos), e intoxicaciones alimentarias (Organización Panamericana de la Salud (OMS), 2021). El consumo de agua y alimentos contaminados sigue siendo una de las principales causas de mala salud en el mundo. Según un estudio realizado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y Foodborne Epidemiology Group (WHO FERG) (Barril et al., 2019), las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) causan 600 millones de casos de enfermedad, 420.000 muertes y 33 millones de años de vida ajustados por discapacidad (AVAD) (Organización Panamericana de la Salud (OMS), 2021).

Las estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura mostraron un incremento en el valor neto de la producción de alimentos del 35, 26 y 17% (período 2004 - 2014) en Sudamérica, Centroamérica y el Caribe, respectivamente. Entre el 2004 y el 2013 los países de Latinoamérica han incrementado las exportaciones de alimentos entre un 21% y 12% los cuales Colombia es el país que más ha incrementado las exportaciones (Organización Panamericana de la Salud (OMS), 2021).

3.1.1.1. Patógenos Generadores De Enfermedades Gastrointestinales. Las bacterias gramnegativas conocidas como *Escherichia Coli* (*E. Coli*) se descubren con frecuencia en el tracto gastrointestinal de humanos y animales. Muchas cepas de *E. Coli spp* son seguras o incluso útiles, pero otras cepas patógenas, incluida la *E. Coli spp* productora de toxina Shiga (STEC), son peligrosas para la salud del público en general. El síndrome urémico hemolítico

(SUH), un trastorno potencialmente fatal, puede resultar ocasionalmente de cepas de STEC, incluida la conocida *E. Coli spp* O157:H7. Las infecciones por STEC también pueden causar enfermedades gastrointestinales graves, incluida la diarrea sanguinolenta (Ministerio de Agricultura, Chile, 2017)

3.1.1.2. Fuentes Y Rutas De Transmisión De *E. Coli spp* En La Carne. La carne contaminada con *E. Coli spp* puede provenir de muchos lugares, incluidos los intestinos, el cuero y las heces del animal. Debido a la manipulación y los procedimientos sanitarios inadecuados, la contaminación fecal de la canal puede ocurrir durante todo el proceso de sacrificio (Nataro & Kaper, 2019). Además, durante el procesamiento, empaque, transporte y almacenamiento de la carne, puede ocurrir contaminación cruzada. Además, las superficies, el suelo o el agua contaminados pueden actuar como receptáculos de *E. Coli*, lo que aumenta el riesgo de contaminación (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Fundación Internacional Carrefour, 2007)

3.1.1.3. Factores Que Contribuyen Al Crecimiento Y Supervivencia De *E. Coli spp* En La Carne. El crecimiento y supervivencia de *E. Coli spp* en productos cárnicos está influenciado por varios factores. *E. Coli spp* se puede propagar rápidamente si se abusa de las temperaturas de almacenamiento, si se utiliza una refrigeración inadecuada y si las temperaturas de cocción son demasiado bajas. Además, las características intrínsecas de la carne como el pH, el contenido de humedad y la disponibilidad de alimentos pueden promover el desarrollo bacteriano. Además, el desarrollo de biopelículas u otras comunidades microbianas puede proteger y promover la supervivencia de *E. Coli spp* en las superficies de la carne (Farber & Peterkin, 2019).

3.1.1.4. Implicaciones Para La Salud De Los Consumidores. Las infecciones transmitidas por los alimentos pueden resultar de comer carne que ha sido contaminada con *E. Coli*. El tipo de *E. Coli*, la cantidad consumida y la susceptibilidad de cada persona determinan la gravedad de la enfermedad. Los síntomas pueden variar desde un dolor abdominal leve hasta consecuencias más graves, como diarrea sanguinolenta y Síndrome Hemolítico Urémico (SHU). Los niños pequeños, los ancianos y las personas con sistemas inmunitarios deteriorados son grupos

vulnerables que tienen más probabilidades de tener consecuencias por las infecciones por *E. Coli* spp (Safety, 2023)

3.1.1.5. Medidas De Control Para Minimizar La Contaminación Por E. Coli. Se deben implementar varias medidas de control para disminuir el peligro de infección por *E. Coli* spa en la carne de res. Estos incluyen el mantenimiento de estrictos estándares de higiene a lo largo de toda la cadena de producción de carne, el uso de procesos de saneamiento eficientes y la verificación rutinaria de los puntos de control clave. Para garantizar la erradicación de *E. Coli*, también se deben mantener temperaturas adecuadas de cocción y almacenamiento. Para mejorar la comprensión de los peligros asociados con *E. Coli* spp y las acciones preventivas adecuadas, son esenciales los programas de educación y capacitación para el personal de la industria cárnica (Pilllo & Sotomayor, 2018)

Se requiere una estrategia exhaustiva para garantizar la seguridad alimentaria debido al riesgo biológico de *E. Coli* spp en la venta de carne de res (Ministerio de Agricultura, Chile, 2017). La formulación de medidas de control eficientes requiere una comprensión profunda de las fuentes, las vías de transmisión, los factores que influyen en el crecimiento y la supervivencia y los posibles problemas de salud. El peligro de infección por *E. Coli* spp en la carne se puede reducir, protegiendo la salud pública, mediante el establecimiento de medidas de control estrictas, que incluyen normas estrictas de higiene y sistemas de seguimiento (Navarro et al., 2017).

3.1.1.6. Salud Ambiental asociada al expendio de carne. La Venta de Carnes y/o Almacenamiento de Carnes y Productos Cárnicos son todos los establecimientos que venden, guardan o venden carnes y productos cárnicos para consumo humano y que realizan actividades auxiliares de corte o despiece en las mismas instalaciones, ya sea que se efectúe la venta directa y abierta al público. Este tipo de instalaciones deben registrarse en la oficina de salud correspondiente y solicitar un permiso sanitario a la secretaría de salud competente siendo este un proceso obligatorio para trabajar. Las instalaciones deben cumplir con requisitos de higiene que aseguren una adecuada protección y conservación de alimentos y materias primas de acuerdo con el riesgo (Secretaria de salud de Pasto, 2023).

Marco legal

Tabla 1. Marco Legal

Normativa	Alcance
Constitución política de Colombia 1991. Art 79	Consagra el derecho de todas las personas residentes en el país de gozar de un ambiente sano (Asamblea Constituyente de Colombia, 1991)
Ley 9 de 1979	Establece normas sanitarias para la prevención y control de los agentes biológicos, físicos o químicos que alteran las características del ambiente exterior de las edificaciones hasta hacerlo peligroso para la salud humana. (Congreso de la República de Colombia, 1979)
Decreto 3149 de 2006	Por la cual se establece la licencia como expendio de carne en la cual se cumplen los requisitos sanitarios (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Colombia, 2006)
Decreto 1500 de 2007	Por el cual se crea el sistema de IVC en la Carne, Productos Cárnicos Comestibles y Derivados Cárnicos Destinados para el Consumo Humano y los requisitos sanitarios y de inocuidad que se deben cumplir en su producción primaria, beneficio, desposte, desprese, procesamiento, almacenamiento, transporte, comercialización, expendio, importación o exportación (Presidencia de la República de Colombia, 2007)
Resolución 072 de 2007	Se establece el manual de buenas prácticas de manejo para la producción y obtención de pie de ganado bovino. (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2007)
Resolución 683 de 2012	Requisitos sanitarios requeridos para materiales, objetos, envases y equipamiento destinado a estar en contacto con alimentos y bebidas para el consumo humano (Ministerio de Salud y Protección Social,, 2012).
Resolución 240 del 2013	Requisitos sanitarios para el funcionamiento de las plantas de beneficio animal de las especies bovina, bufalina y porcina, plantas de desposte y almacenamiento, comercialización, expendio, transporte, importación o exportación de carne y productos cárnicos comestibles (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013).
Resolución 2674 de 2013	Requisitos sanitarios que se deben cumplir para las actividades de fabricación, procesamiento, preparación, envase (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013).
Resolución 1229 de 2013	Establece el modelo de inspección, vigilancia y control sanitario para los productos de uso y consumo humano (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013).

4. Metodología

La metodología del proyecto es descriptiva, que se realizó mediante la recolección de datos en la zona de estudio, donde se usó información cualitativa para luego ser analizada. Se subdividió en las siguientes fases:

4.1. FASE 1. Caracterización de los establecimientos de expendio de carne de las principales plazas de mercado de la ciudad de Villavicencio.

Para empezar este trabajo de grado fue necesario establecer las variables categóricas más relevantes que estén relacionadas con la manipulación de cárnicos según las entidades gubernamentales que controlan la sanidad de este sector comercial, se pudo realizar la recopilación de información secundaria de los modelos de medidas sanitarias nacionales para delimitar mejor la investigación conforme a las variables que puede evaluar cada modelo (Barril et al., 2019). Así mismo, una vez delimitadas estas variables se pudo construir un instrumento de recolección que, por medio de la observación, donde se obtuvo información primaria tal como dice la Organización Panamericana de la Salud en libro Investigación Aplicada a la Salud Pública (Organización Mundial de la Salud (OMS), Organización Panamericana de la salud (OPS), 2006).

4.1.1. Actividad 1: Recopilación de información del instructivo del INVIMA.

Aplicando la búsqueda de información secundaria se indago sobre el instructivo del INVIMA para los establecimientos de expendios de carne y productos cárnicos, el cual es aplicado con la colaboración de la dirección de Saneamiento Ambiental de la secretaria de Salud Municipal de cada ciudad, en cada establecimiento registrado en la cámara y comercio de la ciudad. Este instructivo oficial evalúa el saneamiento general de los expendios de carne, por lo que se adaptaron las preguntas que contienen buscando dejar solo las de la manipulación de los productos cárnicos y preguntas que buscaran aclarar el origen de la carne y su distribución si se aplicara, creando una lista de chequeo donde las respuestas de las preguntas eran binarias entre un SI y un NO, buscando que si se cumplieran todos los estándares de saneamiento de las respuestas.

4.1.2. Actividad 2. Conteo total de los expendios de carne en las principales plazas de mercado.

Se realizaron visitas de campo en los días y horas de mayor demanda para hacer el conteo de las cuatro plazas de mercado de la ciudad de Villavicencio, buscando encontrar la población objetivo del proyecto.

4.1.3. Actividad 3. Número de muestras.

Una vez se tuvo el número total de expendios de carne de todas las plazas de mercado, se usó la ecuación del tamaño de la muestra finita, para hallar la muestra significativa para el estudio, la cual es la siguiente:

Ecuación 1. *Tamaño de la muestra.*

$$n = \frac{k^2 \cdot q \cdot p \cdot N}{e^2(N - 1) + k^2 \cdot p \cdot q}$$

n= Tamaño de la muestra

k= Nivel de confianza

p= Probabilidad de éxito

q= Probabilidad de fracaso

N= Población o universo.

e= Margen de error

(Questionpro, 2023)

Para ello se estipuló con un margen de error del 10% y con un nivel de confianza del 95%.

4.1.4. Actividad 4. Recolección de muestras y aplicación de la lista de chequeo.

La aplicación de la lista de chequeo se realizó al mismo tiempo que la toma de muestras de carne molida ya que esta es la más expuesta en contaminación cruzada de cada establecimiento. Se realizaron cuatro visitas, cada una en una plaza diferente, los dos últimos días domingo del mes de noviembre y los dos primeros domingos del mes de diciembre del 2023, debido a que el domingo

presenta mayor demanda de carne a partir de las 8:00 am. Las muestras se tomaban de manera indirecta, es decir, el proceso de aislamiento empezaba después de que el trabajador del lugar entregara la carne como si la venta fuera hacia un consumidor común. La muestra de carne molida contenida en su empaquetado común se guarda en una bolsa estéril para ser sellada, rotulada y almacenada en un recipiente de polietileno que contenía bolsas de gel refrigerante, buscando mantener la muestra en las condiciones más óptimas posibles antes de su análisis. La muestra se almacenaba alrededor de 24 horas a una temperatura entre los 4 a 8°C sin ser sometida a un proceso de congelación. (Universidad Veracruzana, 2020)

4.2. FASE 2. Análisis de la Ausencia - Presencia de Escherichia Coli en el producto de mayor venta de los establecimientos.

La segunda parte de este proyecto se llevó a la par de la primera fase, debido a que la muestra no puede durar más de 48 horas almacenamiento para no afectar la calidad de esta (Universidad Veracruzana, 2020). El proceso de siembra para determinar la presencia de la bacteria *E. Coli* spp en la muestra se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Microbiología de la Universidad Santo Tomás seccional Villavicencio utilizando los instrumentos propios que contiene el laboratorio, así como los reactivos que se obtuvieron por cuenta de los tesisistas, tales como el Agua Peptonada y el agar selectivo MacConkey.

4.2.1. Actividad 1. Preparación de instrumentación y reactivos utilizados.

4.2.1.1. Preparación de agua peptonada. Uno de los primeros pasos a seguir es la preparación de la cantidad suficiente de agua peptonada. El agua peptonada tiene como rol ser el medio en el cual se baña 10g de la muestra, buscando que el microbiota presente en la muestra se desprenda durante el proceso de licuado creando una mezcla homogénea (Laboratorios Britania, 2023). Según las instrucciones del fabricante, se requieren 15g de agua peptonada en polvo para hacer una cantidad de un litro en agua. Esta cantidad estándar se usó por el alto consumo de este reactivo en esta fase del proyecto.

A continuación, imágenes de referencia en la tabla 2.

Tabla 2. Imágenes de referencia, preparación de agua peptonada.

Agua peptonada en Polvo	Agua peptonada
	

4.2.1.2. Preparación de agar MacConkey. Se podría decir que la parte clave para determinar la presencia de *E. Coli* spp es el agar selectivo MacConkey, que permite el crecimiento de colonias de *E. Coli* spp por medio de la formación de colonias con tintes rosados y la formación de otras colonias de bacterias de la misma especie Enterobacteriácea (Laboratorios BrItanIa, 2023). Durante el proceso de cultivo, se utilizaron 775ml de agar MacConkey.

Figura 1 Agar MacConkey.

4.2.1.3. Esterilización de instrumentación y reactivos. Después de tener el agua peptonada y el agar Macconkey (aún en fase líquida) ya preparados, se llevan un proceso de esterilización de 15 min por medio de la autoclave del laboratorio. En estos ciclos de esterilización también se incluyen cajas de Petri, micropipetas de 1 ml y probetas de 100 ml. En la licuadora, se lavaba con agua y luego varios lavados con alcohol al 99 %.

Tabla 3. Esterilización de instrumentación

Disponer instrumentos	Autoclave
	

4.2.1.4. Siembra por inmersión de muestras de los productos cárnicos. Cuando se tiene los instrumentos esterilizados, el agar MacConkey se sometía a un baño maría a 46°C buscando conservar el agar en fase líquida. De cada una de las muestras se tomaban 10g, que era puestos en la licuadora junto con 99 ml de agua peptonada para ser licuadas por 2 min. De este proceso resulta una mezcla homogénea, que se deja sedimentar, y una vez decantadas las partes más pesadas, se toma un 1 ml de la capa superior de la mezcla depositado en la caja de Petri. Luego de que el ml de muestra este en la caja de Petri se vierten también 20 ml de agar Macconkey, se realizan en una superficie estable seis movimientos circulares en sentido horario, seis en sentido antihorario y seis movimientos de hacia adelante y hacia atrás buscando que el ml de muestra se distribuya homogéneamente por todo el agar, luego se deja solidificar para ser rotulado y puesto a incubación a 35°C. Este proceso se repite con cada una de las muestras (Barragan et al., 2013).

Tabla 4. Imágenes del proceso de siembra y finalización

Proceso de siembra	Finalización de la siembra
	

4.2.1.5. Lectura de resultados de la siembra. Pasado 48 horas después de la siembra, se leyeron los resultados de esta. Como se mencionaba anteriormente, las colonias de *E. Coli* spp presentan tonalidades rosas, siendo fácilmente de identificar. Debido a que la siembra es por inmersión, el crecimiento bacteriano se ve reflejado en todas las capas de al agar y en toda la

superficie, debido a esto se contaron la cantidad de cuadros (según los cuadros del contador de colonias) que tuvieran la presencia de una colonia de la bacteria.

4.3. FASE 3. Evaluar el riesgo biológico de Escherichia Coli.

La tercera parte del proyecto se realizó por completo con el programa Spyder, otra interfaz para usar el lenguaje de programación Python y de libre acceso. Después de una recategorización de los datos obtenidos en la lista de chequeo de los distintos puntos, se introdujeron en un código que permite la creación de resultados estadísticos como: los diagramas de Cajas y Bigotes, Test de Normalidad de Shapiro-Wilks, Análisis de Correspondencia Múltiple (MCA), Coeficiente de correlación de Spearman y un modelo de regresión logística.

4.3.1.1. Recategorización de los resultados de la lista de chequeo. Recategorizar variables de texto a variables numéricas en Python es una práctica común en el procesamiento de datos y el análisis. Esto se debe a que muchos algoritmos de aprendizaje automático requieren que las variables de entrada sean numéricas, lo que facilita la implementación de modelos como regresión, árboles de decisión, SVM y redes neuronales (Stackoverflow, 2022). Además, al convertir categorías en valores numéricos, podemos establecer un orden o jerarquía si es relevante, y garantizar resultados confiables en el análisis de datos (Stackoverflow, 2022). Como la mayoría de las preguntas tenían como respuesta un SI o un NO, estas se recategorizaron siendo 0 el nuevo valor de SI y 1 el nuevo valor de NO. Para las respuestas múltiples, se recategorizaron en de la siguiente forma, tomando como ejemplo, si las respuestas eran A, B, C y D, los nuevos valores quedarían de la siguiente forma: A teniendo como nuevo valor 1, B teniendo como nuevo valor 2, C teniendo como nuevo valor 3 y D teniendo como nuevo valor 4. Adicionalmente agregó una nueva columna de repuestas que lleva la información de la cantidad de cuadros con presencia de E. Coli spp que se encontraron en los agares de cada muestra.

4.3.1.2. Ejecución del código en Python de los resultados recategorizados. Después de tener listo el archivo donde se encuentran las respuestas recategorizadas, solo queda insertar la ruta del archivo en la línea del código que la requiere para correrlo. Inmediatamente que corre el código, se obtienen gráficas y tablas de los métodos diagramas de Cajas y Bigotes, Test de

Normalidad de Shapiro-Wilks, Análisis de Correspondencia Múltiple (MCA) en tres dimensiones, Coeficiente de correlación de Spearman. Los diagramas de Cajas y Bigotes se realizaron para las respuestas de las preguntas y de manera independiente se realizó un diagrama solo para la cantidad de cuadros de las muestras de agar, ya que la proporción numérica entre los resultados de las preguntas y las de las muestras de agar es muy grande y generaba diagramas incorrectos. Del MCA se obtuvieron dos gráficos, uno para columnas y otro para filas siendo el de las columnas el gráfico con mayor relevancia ya que es el que tiene la relación entre las respuestas por cada pregunta, adicionalmente se obtuvo un gráfico de barras denominado Eigenvalues de la inercia explicada por cada dimensión que ayuda en el análisis del MCA. El Coeficiente de correlación de Spearman representó por medio de un mapa de calor entre cada una de las preguntas de la lista de chequeo. Y para finalizar, se retroalimentó el código según la información obtenida de los MCA para poder generar un modelo de regresión logística que permitió recrear el conteo de los cuadros del agar con presencia de *E. Coli* spp con la respuesta de solo las preguntas que el modelo requiera.

5. Resultados y análisis

5.1. Fase 1. Caracterización de los establecimientos de expendio de carne de las principales plazas de mercado de la ciudad de Villavicencio.

5.1.1. Actividad 1. Recolección de información de instructivos nacionales e internacionales que reglamenten la manipulación de productos cárnicos.

Según la información recaudada, el Manual Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (HACCP) es de mayor relevancia a nivel internacional ya que es considerado un manual de referencia en temas de inocuidad de alimentos, el correcto desarrollo de este manual puede generar la certificación de HACCP, considerando así seguros los alimentos para el consumo humano. Dicho manual en Colombia es aplicado a empresas fabricantes de alimentos, en el caso de los productos cárnicos los centros de sacrificio por tal, aunque es de mayor importancia no aplica a establecimientos distribuidores. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Fundación Internacional Carrefour, 2007).

Por otro lado, existe el manual de buenas prácticas para las industrias de la carne es reglamentado por Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), en él se encuentran directrices de condiciones y medidas necesarias para la seguridad e inocuidad de la carne (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Fundación Internacional Carrefour, 2007). el acta de inspección sanitaria con enfoque de riesgo para expendios de carne y/o productos cárnicos comestibles tiene mucha concordancia con el manual de buenas prácticas de industrias de productos cárnicos, por esto se decidió trabajar guiándonos en el instructivo del INVIMA (Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (Invima), 2013).

Finalmente, las preguntas que se escogieron se pueden visualizar en el anexo 3.

5.1.2. Actividad 2. Conteo total de los expendios de carne en las principales plazas de mercado.

Antes de realizar visitas a campo para obtener el número total de establecimientos en las plazas de mercado de la ciudad, se solicitó información en la Cámara y Comercio, para contar con

información más precisa y referenciada de una institución tan importante. Pero la información administrada por dicha institución carece de confiabilidad ya que no se actualiza desde el 2015, se presentaron varios establecimientos repetidos y muchos ya no estaban prestando sus servicios, evidencia de lo anterior en Anexo 1. Por tal se dio en la obligación de realizar el conteo plaza por plaza.

Se solicitó acompañamiento por la dirección de Saneamiento Ambiental de la Secretaría de Salud Municipal para poder muestrear todos los establecimientos y fuera más asequible la información y acercamiento a ellos. Enviamos cartas por correo y en físico para poder contar con el acompañamiento a los expendios de carne, pero nunca se obtuvo respuesta por parte de esta entidad, evidencia de lo anterior dicho en Anexo 2.

Luego de realizar el conteo en el horario con mayor demanda se pudo obtener los siguientes resultados los cuales son:

- Plaza central de abastos de Villavicencio: 41 establecimientos con expendio de carne
- Plaza de barrio San Isidro: 20 establecimientos con expendio de carne
- Plaza del barrio Popular: 9 establecimientos con expendio de carne
- Plaza del barrio 7 de agosto: 2 establecimientos con expendio de carne

Para 72 establecimientos con expendios de carne, es la población de mayor interés para este estudio, estos expendios de carnes situados en las principales plazas de mercado de la ciudad son de gran relevancia ya que su demanda es más alta en comparación a otros sitios de la ciudad. Allí se distribuye al detal y al mayor a diferentes expendios de diferentes sectores de la ciudad.

5.1.3. Actividad 3. Número de muestras.

Después de usar la ecuación del tamaño de la muestra se pudo determinar que el número de las muestras de 72 establecimientos es 42 muestras de cada establecimiento para que su valor sea significativo o relevante para el estudio.

5.1.4. Actividad 4. Recolección de muestras y aplicación de la lista de chequeo.

Esta actividad fue realizada en 4 domingos seguidos cada uno en una plaza diferente de mercado, los dos últimos días domingo del mes de noviembre y los dos primeros domingos del mes de diciembre del 2023, se inició la jornada de recolección desde las 8 am, con el fin de contar con buen tiempo para realizar las listas de chequeo con la mayor calma posible, también porque es el día y la hora considerada con mayor demanda y luego de tomar las muestras guardarlas en bolsas esterilizadas y seguir con todo el proceso de cadena de frío. El total de los establecimientos autorizados para usar los resultados en este estudio fueron 35 de las 72 expendio de carne identificados, alrededor del 83% de la muestra significativa, ya que, a la hora de realizar las muestras, muchos de los expendios de carne no dieron su consentimiento para el desarrollo de la investigación en ellos. El número de expendios por plaza son los siguientes:

- Plaza del 7 de agosto: $2/2 = 100\%$ de los expendios.
- Plaza Llanoabastos: $19/41 = 46,3\%$ de los expendios.
- Plaza del San Isidro: $10/20 = 50\%$ de los expendios.
- Plaza del Popular: $4/9 = 44,4\%$ de los expendios.

5.2. Fase 2. Análisis de la Ausencia - Presencia de *Escherichia Coli* en el producto de mayor venta de los establecimientos.

El agar usado para los 35 cultivos fue el agar Macconkey el cual genera coloración a su resultado, rosado-rojo para *Escherichia Coli* y amarillo-beige para otros patógenos como *Salmonella*, *Proteus* y *Shingella*. Aunque todos los cultivos dieron resultados positivos no todos dieron positivo a *Escherichia Coli*, De los 35 resultados 19 fueron positivos a *Escherichia Coli spp* y 16 a otros posible patógenos tales como *Salmonella spp*, *Proteus spp* y *Shingella spp* según la indicación presentes en la ficha del fabricante.

En la tabla 5 se evidencia los resultados obtenidos de la siembra de las muestras recolectadas por plaza de mercado.

Tabla 5. *Análisis de la Ausencia - Presencia de Escherichia Coli.*

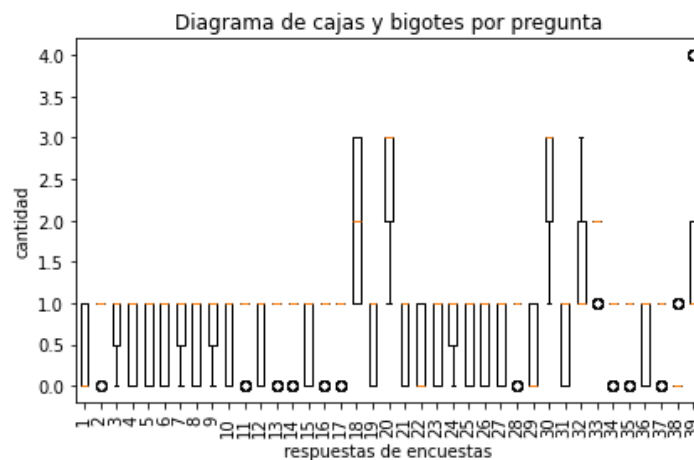
Nombre de la plaza	Presencia de <i>E. Coli</i>
7 de agosto 1	Positiva
7 de agosto 2	Positiva
Llanabastos 1	Negativa
Llanabastos 10	Positiva
Llanabastos 11	Positiva
Llanabastos 12	Positiva
Llanabastos 13	Positiva
Llanabastos 14	Negativa
Llanabastos 15	Negativa
Llanabastos 16	Positiva
Llanabastos 17	Positiva
Llanabastos 18	Positiva
Llanabastos 19	Positiva
Llanabastos 2	Negativa
Llanabastos 3	Negativa
Llanabastos 4	Negativa
Llanabastos 5	Negativa
Llanabastos 6	Positiva
Llanabastos 7	Negativa
Llanabastos 8	Negativa
Llanabastos 9	Negativa
Popular 1	Negativa
Popular 2	Negativa
Popular 3	Negativa
Popular 4	Negativa
San Isidro 1	Negativa
San Isidro 10	Negativa
San Isidro 2	Positiva
San Isidro 3	Positiva
San Isidro 4	Positiva
San Isidro 5	Positiva
San Isidro 6	Positiva
San Isidro 7	Positiva
San Isidro 8	Positiva
San Isidro 9	Positiva

5.3. Fase 3. Generación de un modelo de regresión logística de la presencia de E. Coli en agar MacConkey

Por medio del programa Spyder (libre acceso) se realizó la ejecución del código en Python obteniendo los análisis estadísticos descritos en la fase 3 de la metodología. En el diagrama de cajas y bigotes presentado (Figura 3), se analizaron los datos de la lista de chequeo. Las preguntas con respuestas binarias (Sí/No) se codifican como 0=Sí y 1=No. Las preguntas con respuestas múltiples tienen valores de 1 a 4 según el orden de cada respuesta. La lista de chequeo se aplicó en 35 expendios de carne de las principales plazas de mercado en Villavicencio, incluyendo el 7 de agosto, San Isidro, Popular y Llanabastos.

La Figura 3 muestra el diagrama de bigotes que se obtiene por medio de la ejecución del código, este diagrama muestra el comportamiento de las respuestas de las preguntas del checklist

Figura 1 Diagrama de cajas y bigotes por cada pregunta de la lista de chequeo usada para la investigación.

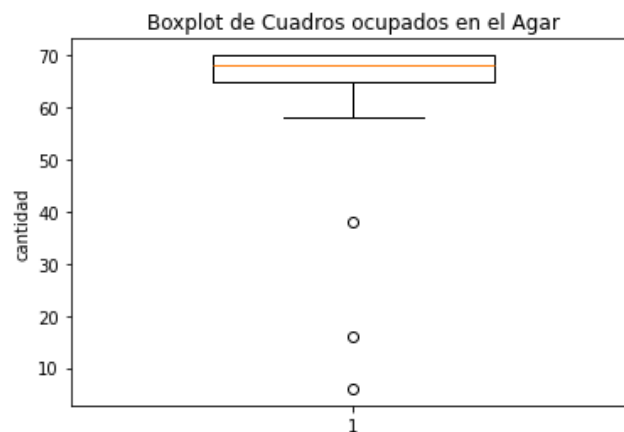


Observando la distribución de los cuartiles en las preguntas, se encuentran comportamientos similares en las preguntas 5, 4, 6, 12, 15, 19, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 29, 31 y 36 donde los resultados se encuentran distribuidos de manera casi equitativa entre los dos tipos de respuesta. En estos casos, la mediana está en el extremo de los cuartiles Q1 y Q3 de cada caja, debido a que la diferencia entre ambas respuestas es de solo una unidad, indicando una distribución con una proporción similar entre las respuestas. Por otro lado, hay preguntas como la 2, 11, 13, 14, 16, 17, 28, 34, 35, 37 y 38, donde la distribución de respuestas se inclina hacia un único valor,

generalmente “Sí” (valor 1), con valores atípicos representando la respuesta “No” (valor 0), lo que demuestra la variabilidad en las respuestas para cada pregunta. Este mismo caso sucede con una de las preguntas con respuestas múltiples, la pregunta 33, donde las respuestas se distribuyen entre el valor 2 dejando como valor atípico la respuesta con valor 1. Como es bien sabido este tipo de diagramas se utilizan para eliminar todos los datos atípicos de una muestra, pero es en este caso, al ser tan pequeña la muestra se conservaron.

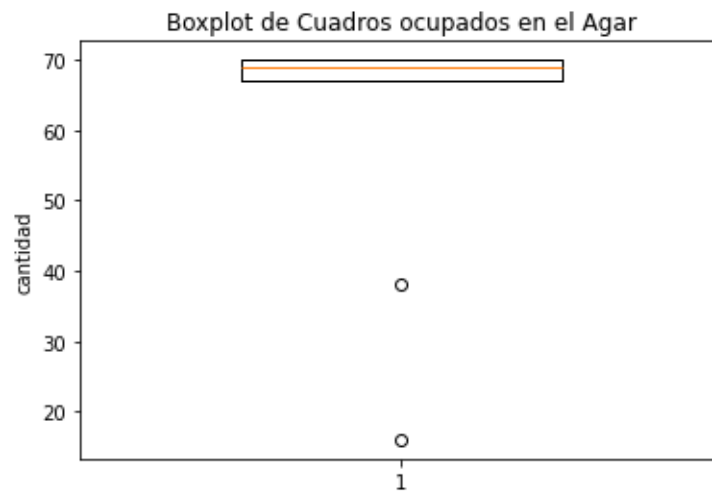
La Figura 4 muestra el diagrama de bigotes que se obtiene por medio de la ejecución del código, este diagrama muestra el comportamiento de la ocupación de agar por bacterias diferentes a *E. Coli*.

Figura 2 Boxplot de cuadros ocupados en el Agar.



Para la generación de este boxplot (Figura 4) fue de suma importancia la cuenta colonias el cual tiene 70 cuadros divisores que fueron guía para el conteo. De los 19 cultivos positivos, 2 de ellos dieron con cantidad baja de ocupación, uno en 16 y otro en 38 cuadros de ocupación de agar. La mayoría de los cultivos positivos ocupan cerca de 70 cuadros, como se indica en la parte central del boxplot, los cuartiles (Q1 y Q3) están cerca de este valor, comprueban una alta ocupación en la mayoría de los casos. La alta ocupación de cuadros por la mayoría de los cultivos positivos es un punto de alerta.

La Figura 5 muestra el diagrama de bigotes que se obtiene por medio de la ejecución del código, este diagrama muestra el comportamiento de la ocupación de agar por bacterias a *E. Coli*.

Figura 3 Boxplot de cuadros ocupados en el Agar con presencia de *E. Coli*.

A su vez se realizó un diagrama de cajas y bigotes (Figura 5) solo para aquellos lugares donde que tuvieron solo presencia de *E. Coli* encontrándose una variabilidad igual que al diagrama que contiene todas las muestras.

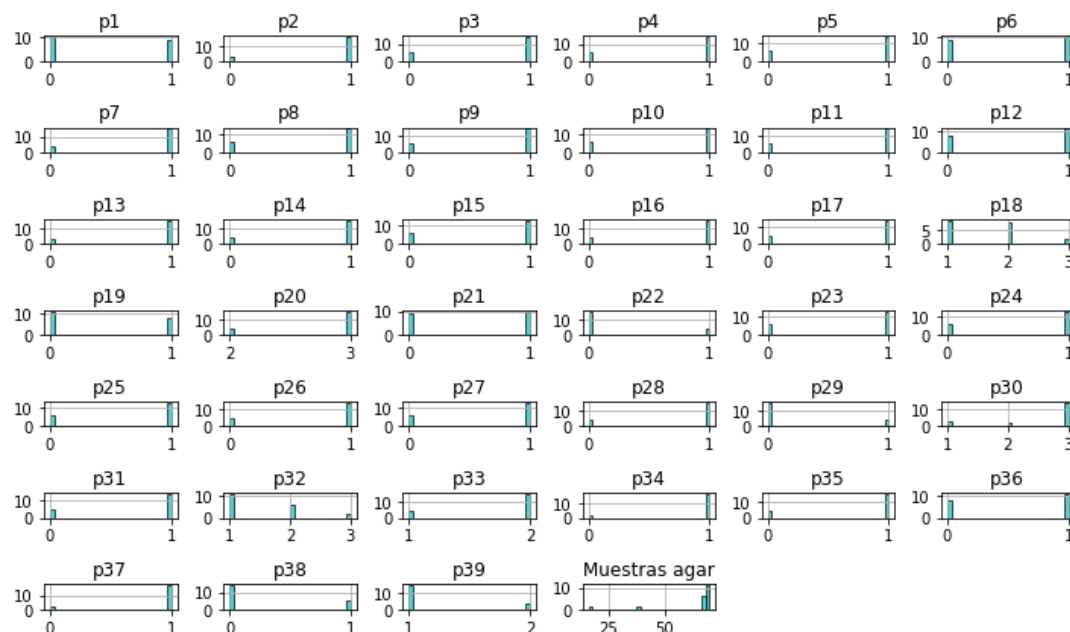
Tabla 6. Test de Normalidad de Shapiro-Wilks

Columna	Estadístico de prueba	Valor p	Normalidad
p1	0.64	1,18	No normal
p2	0.44	1,68	No normal
p3	0.55	1,59	No normal
p4	0.55	1,59	No normal
p5	0.59	3,56	No normal
p6	0.64	1,18	No normal
p7	0.50	5,81	No normal
p8	0.59	3,56	No normal
p9	0.55	1,59	No normal
p10	0.59	3,56	No normal
p11	0.55	1,59	No normal
p12	0.63	9,68	No normal
p13	0.44	1,68	No normal
p14	0.50	5,81	No normal
p15	0.59	3,56	No normal
p16	0.50	5,81	No normal
p17	0.55	1,59	No normal
p18	0.77	0,0004	No normal
p19	0.63	9,68	No normal
p20	0.50	5,81	No normal
p21	0.64	1,18	No normal

Tabla 6 Continuación

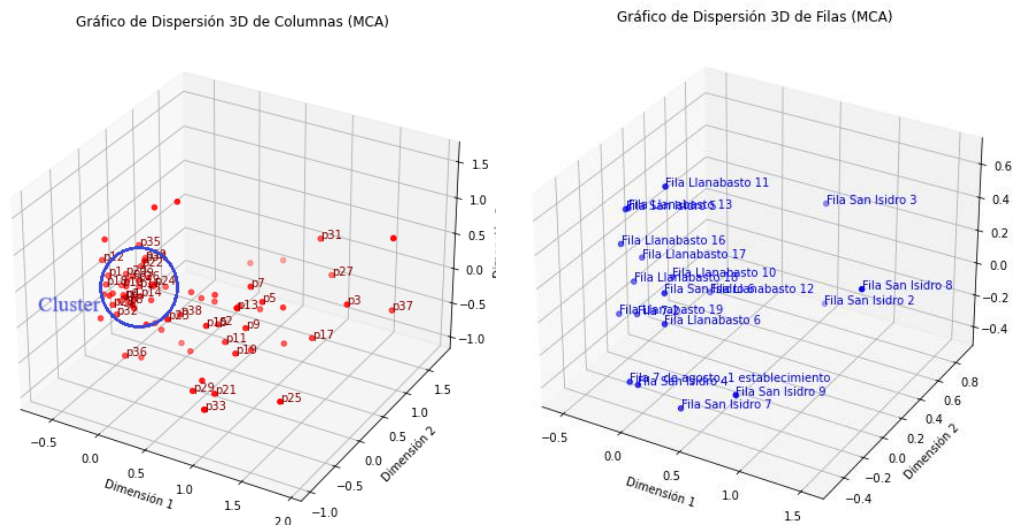
p22	0.50	5,81	No normal
p23	0.59	3,56	No normal
p24	0.59	3,566	No normal
p25	0.59	3,56	No normal
p26	0.55	1,59	No normal
p27	0.59	3,56	No normal
p28	0.50	5,81	No normal
p29	0.50	5,81	No normal
p30	0.58	2,99	No normal
p31	0.55	1,59	No normal
p32	0.72	0,0001	No normal
p33	0.50	5,81	No normal
p34	0.36	3,69	No normal
p35	0.50	5,81	No normal
p36	0.63	9,68	No normal
p37	0.36	3,69	No normal
p38	0.55	1,59	No normal
p39	0.50	5,81	No normal
Muestras agar	0.44	1,63	No normal

Buscando saber si la distribución de los datos entre las preguntas tenían una distribución normal o no normal se realizó un test de Shapiro-Wilks con donde los datos de p deberían ser mayor 0.05 para ser catalogados como datos con distribución normal. Si bien la mayoría sobrepasa el valor estándar definido hay caso como las preguntas 18 y 32 que indican por el valor de p 0,000434239399501 y 0,000111093337764 correspondientemente tal como se puede ver en la tabla 6, que están por debajo del valor definido para tener una distribución normal, pero, para analizar esto podemos comprobar por medio del histograma por pregunta (Figura 6) de cada una de estas preguntas que efectivamente la distribución de sus respuestas no se presenta de manera normal. La falta de normalidad de los datos se esperaba por la poca cantidad de datos que se tiene por cada pregunta, siendo este uno de los motivos por los que se escoge este tipo de test, ya que los datos por pregunta no superan a 50 datos, siendo la cantidad de datos total de 35, una por cada expendio evaluado.

Figura 4 Histograma por pregunta.

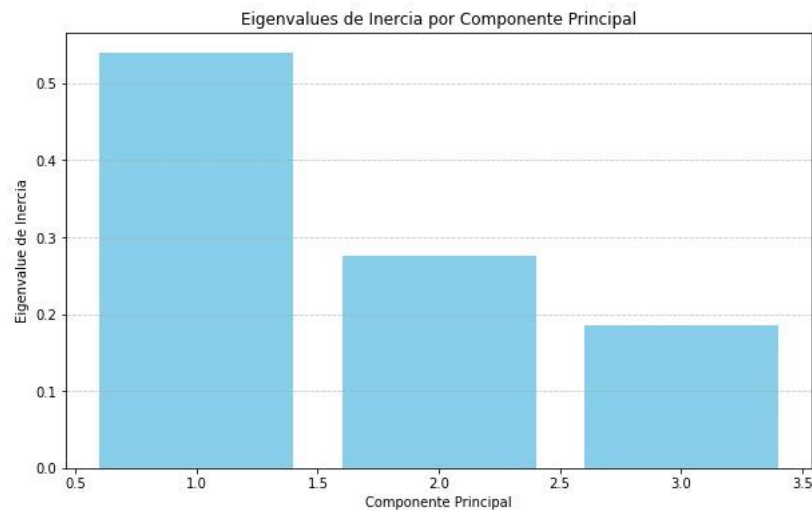
El programa Spyder permite graficar la relación que hay tanto entre las respuestas por cada fila, y la respuesta por cada columna. En este caso, las dimensiones elegidas no se asocian a una característica del estudio, buscan explicar que conlleva cada variable que s. Entre estos dos gráficos (Figura 7) gana más relevancia a quien habla de la relación entre cada respuesta por columnas, ya que relaciona el comportamiento de cada pregunta de cada lista de chequeo, a diferencia del gráfico de filas, que, aunque nos muestra comportamientos similares entre los puntos evaluados, estos puntos no siempre van a ser los mismos por lo que intentar estandarizar un modelo de esta forma, no es viable.

Observando la Figura 7, el MCA de columnas se encuentra un clúster de preguntas que se comportan igual, dando una idea sobre aquellas preguntas que pueden funcionar para el desarrollo del modelo, puesto que se busca encontrar aquellas preguntas que se pueden relacionar mejor y dan un peso importante al intentar definir el modelo, siendo estas preguntas aquella se utilizó más adelante para el desarrollo del modelo.

Figura 5 Gráficos de MCA por Columnas (izquierda) y filas (derecha).

Los eigenvalores son los valores propios de la matriz de inercia, que es una medida de la variabilidad de los datos, siendo cada eigenvalue la representación la cantidad de inercia que explica un eje o componente principal del MCA (Minitab, 2023). La Figura 8, muestra los eigenvalores de la inercia para diferentes componentes principales de las MCA de columnas. El Eje X representa los componentes principales, uno por cada dimensión. El Eje Y representa los eigenvalores de la inercia para cada componente principal. La inercia es una medida de la variabilidad total en los datos. Un eigenvalor más alto significa que ese componente principal explica una mayor proporción de la variabilidad total.

La Figura 7 permite ver que la dimensión uno es donde la variabilidad de los datos recae con mayor peso, y esto se ve por la ubicación del clúster que se genera en el gráfico de la izquierda de la Figura, y luego disminuye entre las dos dimensiones siguientes.

Figura 6 Eigenvalues de inercia por componente principal.

La tabla 7 indica el porcentaje de inercia que se presenta en cada dimensión del MCA por columnas (Figura 7).

Tabla 7. Proporción de la inercia por cada dimensión.

Dimensión	Inercia	% de inercia
1	0,53929	53,93%
2	0,27561	27,56%
3	0,18510	18,51%
TOTAL	1,00000	100,00%

La inercia de los Eigenvalues permite entender porque se escogió un MCA en tres dimensiones, ya que, lo que se buscaba era poder encontrar que la relación entre los datos fuera lo mayormente concisa y se pudiera llegar a un mejor resultado. En la tabla 7 se observa la proporción entre las dimensiones nos permite ver al 100% la variabilidad de los datos.

Con el conocimiento del peso que cada dimensión, con ayuda de la información que Spyder arroja, se buscó sacar que preguntas son las que más peso tiene por dimensión. Para esto se extrajo de la data de Spyder las preguntas que tiene mayor contribución por cada dimensión, siendo para la dimensión uno las preguntas 3, 17, 25 y 37 para la dimensión 2 las preguntas 27 y 31 y finalmente para la dimensión 3 las preguntas 7, 13 y 35 todas estas preguntas se pueden encontrar conformando el clúster de la Figura 7.

Las tablas 8, 9 y 10 permiten ver la contribución que tiene cada pregunta a su respectiva dimensión.

Tabla 8. *Relación PCA dimensión 1.*

Relación PCA	Pregunta	Contribución Dimensión 1
(1, 0)	p37	1,91459868
(1, 1)	p3	1,79949253
(1, 2)	p25	1,69459993
(1, 3)	p17	1,38540363

Tabla 9. *Relación PCA dimensión 2.*

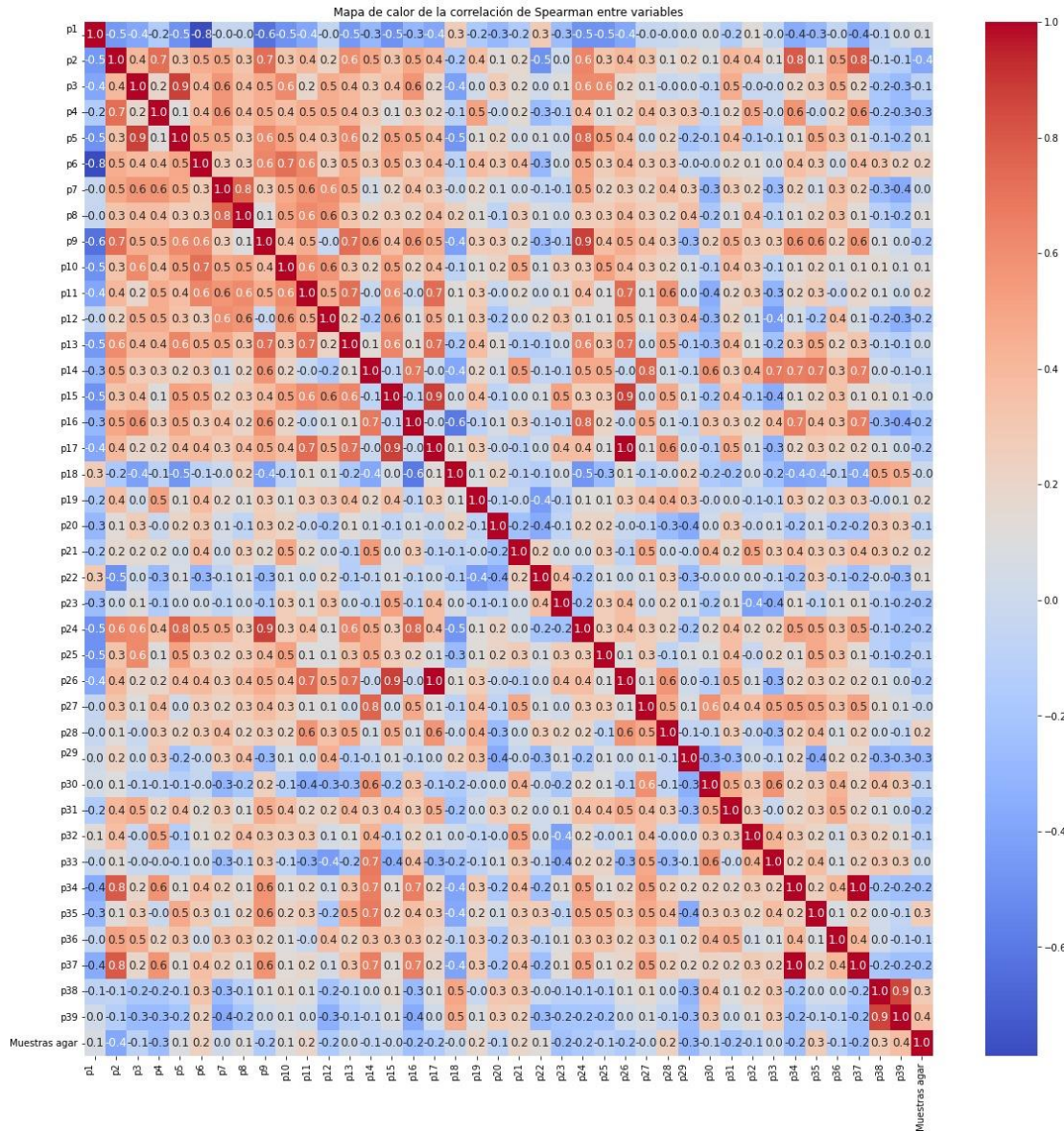
Relación PCA	Pregunta	Contribución Dimensión 2
(2, 0)	p27	1,35894306
(2, 1)	p31	1,03368894

Tabla 10. *Relación PCA dimensión.*

Relación PCA	Pregunta	Contribución Dimensión 3
(3, 0)	p13	0,694024325
(3, 3)	p35	0,548289612
(3, 4)	p7	0,545072127

La confianza hacia estas preguntas aumenta cuando se ejecuta un mapa de calor que representa el coeficiente de correlación Spearman entre las preguntas donde las preguntas que tiene mayor correlación entre sí están cerca al valor de 1 siendo este un valor de “caliente”. Este mapa muestra zonas con valores “calientes” altos, entre preguntas que se encuentran cerca del MCA de columnas al mismo tiempo de aquellas que permanecen “frías” entre sí. Los puntos de calor más altos son las preguntas 17 y 37, cuando se correlaciona con las preguntas 26 y 34 respectivamente, lo que puede hacer que el modelo aumente su precisión por la alta correlación entre estas.

La Figura 9 muestra el resultado la correlación de Spearman entre cada pregunta mediante un mapa de calor.

Figura 7 Mapa de calor de la correlación de Spearman entre variables.

Una vez con las preguntas más relevantes según las contribuciones por cada dimensión, el código que se ejecutó en Spyder, se realizaron diez mil simulaciones buscando encontrar una simulación donde el modelo tenga una precisión alta y luego el código corre un modelo de regresión logística basado solo la mejor opción posible. Que se corran diez mil semillas es para encontrar la mejor opción por la poca cantidad de datos. La mejor simulación corresponde al número 1157 donde se encontró una precisión del 86%. Es importante aclarar que este modelo de regresión línea se entrenó con calibrado con el 33 % de los datos y con el 67 % restante.

La tabla 11 muestra los resultados obtenidos de la simulación 1157, asignando un coeficiente a cada pregunta que se procesó por el modelo y el intercepto para por recrear la ecuación del modelo de regresión logística.

Tabla 11. Coeficientes del modelo de regresión logística.

Pregunta	Coeficiente
Pregunta 13	0,05389194
Pregunta 17	0,05389194
Pregunta 3	0,10197162
Pregunta 25	0,225351704
Pregunta 27	-0,505391546
Pregunta 35	0,187477958
Pregunta 37	0,099863689
Pregunta 7	-0,738775656
Intercepto	-0,11821898

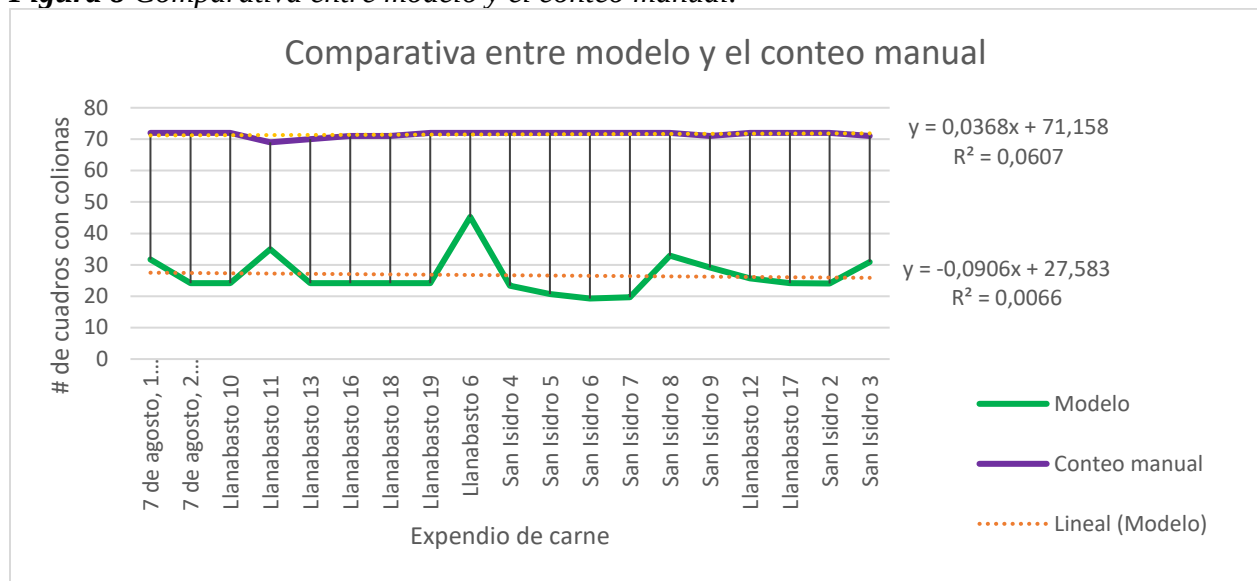
Por lo tanto, la ecuación 2 muestra la aplicación fórmula del modelo de regresión logística, cambiando los valores de los coeficientes multiplicados por su respectiva pregunta.

Ecuación 2. Fórmula del modelo de regresión logística.

$$P(Y = 1 | X) = \frac{1}{1 + e^{-(0.11 + 0.099 \times X_{37} + 0.10 \times X_3 + 0.22 \times X_{25} + 0.05 \times X_{17} - 0.50 \times X_{27} + 0.05 \times X_{13} + 0.18 \times X_{35} - 0.73 \times X_7)}}$$

Al emplear la formula del modelo de regresión logística, obtenemos como resultado la probabilidad de aparezca una probabilidad de que un cuadro se llene con *E. Coli* en un agar, como la cantidad total de cuadros corresponde a 70 cuadros, esta probabilidad se puede multiplicar por la cantidad de cuadros totales obteniendo la totalidad de cuadros en el agar que se llenarían con colonias *E. Coli*.

La Figura 10 muestra la gráfica de los resultados que se obtienen al aplicar la formula y compararla con el número de cuadros con presencia de *E. Coli* que se contaron.

Figura 8 Comparativa entre modelo y el conteo manual.

La Figura 10 muestra la diferencia que hay entre el conteo real (línea púrpura) y el número predicho por el modelo (línea verde). La diferencia es notoria, mientras que la cantidad de colonias contadas presenta valores similares, la predicción del modelo da valores más bajos que el conteo manual y con valores distintos. El resultado de la predicción del modelo se puede debe a la poca cantidad de datos de las muestras de los expendios de carne. Esto se puede observar en el R^2 de ambos datos, donde en conteo manual, esta cantidad de datos no llega representar más del 6.07% de los datos, es mucho peor en el modelo ya que el R^2 no representa más allá del 0.66% de los datos. Del modelo se esperaba una predicción más cercana con los valores del muestreo real.

Finalmente, el modelo con la cantidad de muestras adecuada y un mejor entrenamiento podría funcionar para dar valor más cercano al conteo de cuadros de agar con colonias, con las siguientes preguntas:

- Pregunta 3 (p2): *Pisos y Paredes: Sin grietas, rugosidades, asperezas o falta de continuidad que facilite la acumulación de suciedad, las uniones entre paredes, ¿entre estas y con el piso se encuentran diseñadas de manera que permiten su limpieza?*
- Pregunta 7 (p3): *El establecimiento cuenta con la suficiente iluminación (natural o artificial).*
- Pregunta 13 (p13): *Cuenta con los equipos y utensilios necesarios para desarrollar las actividades propias del establecimiento, están diseñados, construidos, instalados y son*

mantenidos de forma que se evita la contaminación del alimento, y son de fácil limpieza y desinfección.

- *Pregunta 17: Las condiciones de temperatura, humedad y circulación del aire garantizan la conservación de los productos que almacena.*
- *Pregunta 25 (p25): Higiene personal: Todos los manipuladores de alimentos cumplen con las prácticas higiénicas (no comer, no fumar, no toser, uso de accesorios, uñas cortas, entre otras) necesarias en sus lugares de trabajo, evitando la contaminación de los alimentos, superficies de contacto, materiales de envase y embalaje.*
- *Pregunta 27 (p27): Cuenta con avisos alusivos al cumplimiento de las buenas prácticas higiénicas.*
- *Pregunta 35 (p35): El establecimiento cuenta con los recipientes para la disposición temporal de los residuos sólidos, de material lavable y desinfectable debidamente tapados y se encuentran alejados del lugar donde se manipulen los alimentos.*
- *Pregunta 37 (p37): Se abastecen de carne directamente de Friogan.*

6. Discusión de resultados

Es importante aclarar un tema que está en el objetivo principal y en el tercer objetivo y es básicamente el motivo del porque se hace este trabajo y la relación con la ingeniería ambiental, el riesgo biológico. Como se puede apreciar durante todo el resultado se ha hablado directamente de la *E. Coli*, como se desarrolla comparada con otras bacterias y su posible crecimiento en el agar según las preguntas que se realicen. En primer lugar, es importante dejar claro que el crecimiento de la *E. Coli* debe está relacionado con el agar MacConkey, ya que todos los cultivos se realizaron en este y siendo un agar selectivo de bacterias enterobacteriácea permite el crecimiento de esta (Laboratorios BrItanIa, 2023). La presencia de *E. Coli* en los productos cárnicos es común debido a que animales como las vacas presentan una densidad poblacional de estas bacterias (Sierra et al., 2016). Sin embargo, existen límites por parte del gobierno que limitan que el un alimento pueda o no ser un riesgo para la población de consumidores. Determinar la presencia de la bacteria *E. Coli* en todos los productos cárnicos implicaría un desgaste de recursos ya que vigilar puntualmente cada producto cárnico generado es algo que puede sonar imposible. Aquí es donde entran los modelos estadísticos, ya que una herramienta como la que se genera en este proyecto ayuda a auditar el estado de la carne respecto a la *E. Coli*, en este caso.

Existen modelos estadísticos que se han utilizado para determinar modelos cuantitativos de crecimiento bacteriano tales como el modelo de Gompertz, trata de representar el incremento en la población microbiana durante diferentes etapas del proceso por medio de un modelo de regresión lineal, obtenido resultados en el análisis de riesgo biológico del crecimiento de *E. Coli* O157 en hamburguesas, donde se considera la concentración máxima de bacterias en la fase estacionaria de crecimiento como el punto más crítico en el proceso (Signorini, 2008).

A diferencia del modelo de regresión logística que genera una probabilidad, este tipo de modelos de regresión logística arroja un dato exacto, del mismo modo, en el estudio de modelo Gompertz se buscó evaluar el riesgo del crecimiento de un solo tipo de *E. Coli* a diferencia que en el de este proyecto que no se identificaron sepas, sino que se trató del crecimiento general. También está el caso del análisis de riesgo microbiano (ARM) basados en la temperatura y el pH para estimar el tiempo de latencia y la tasa de crecimiento de patógenos en carne, definiendo el riesgo como la probabilidad de que ocurra un daño a la salud por consumir un alimento y clasificando los riesgos en biológicos, químicos y físicos, según el tipo de contaminante (González et al., 2010). El ARM

permite analizar varios tipos de riesgo, cuando este proyecto busca evaluarlo con la presencia según algo que no se considera en los demás modelos, la relación entre las posibles fuentes riesgo por la manipulación de los productos cárnicos.

La presencia de *E. Coli* en los productos cárnicos es común debido a que animales como las vacas presentan una densidad poblacional de estas bacterias (Sierra et al., 2016). Sin embargo, existen límites por parte del gobierno que limitan que un alimento pueda o no ser un riesgo para la población de consumidores. Determinar la presencia de la bacteria *E. Coli* en todos los productos cárnicos implicaría un desgaste de recursos ya que vigilar puntualmente cada producto cárnico generado es algo que puede sonar imposible. Aquí es donde entran los modelos estadísticos, ya que una herramienta como la que se genera en este proyecto ayuda a auditar el estado de la carne respecto a la *E. Coli*, en este caso. Existen modelos estadísticos que se han utilizado para determinar modelos cuantitativos de crecimiento bacteriano tales como el modelo de Gompertz, trata de representar el incremento en la población microbiana durante diferentes etapas del proceso por medio de un modelo de regresión lineal, obtenido resultados en el análisis de riesgo biológico del crecimiento de *E. Coli* O157 en hamburguesas, donde se considera la concentración máxima de bacterias en la fase estacionaria de crecimiento como el punto más crítico en el proceso (Signorini, 2008).

A diferencia del modelo de regresión logística que genera una probabilidad, este tipo de modelos de regresión logística arroja un dato exacto, del mismo modo, en el estudio de modelo Gompertz se buscó evaluar el riesgo del crecimiento de un solo tipo de *E. Coli* a diferencia que en el de este proyecto que no se identificaron cepas, sino que se trató del crecimiento general. También está el caso del análisis de riesgo microbiano (ARM) basados en la temperatura y el pH para estimar el tiempo de latencia y la tasa de crecimiento de patógenos en carne, definiendo el riesgo como la probabilidad de que ocurra un daño a la salud por consumir un alimento y clasificando los riesgos en biológicos, químicos y físicos, según el tipo de contaminante (González et al., 2010). El ARM permite analizar varios tipos de riesgo, cuando este proyecto busca evaluarlo con la presencia según algo que no se considera en los demás modelos, la relación entre las posibles fuentes riesgo por la manipulación de los productos cárnicos.

En relación con las preguntas que el MCA indica que tienen más peso, las preguntas p13, p25, p27 y p35 se relacionan directamente con la manipulación de la carne, tanto como el contacto directo de quien manipula la carne como aquellos instrumentos con lo que trabaja. También valora

el estado en el que se encuentra el trabajador, ya que si los empleados siguen al pie de la letra las indicaciones que los entes gubernamentales recomiendan la contaminación debería evitarse contaminación cruzada. Y en este punto también entre en vigor el estado de la asepsia tanto del trabajador, como de los instrumentos y el lugar de trabajo. Las preguntas p3 y p7 abarcan el estado de las instalaciones de trabajo, la importancia de que no se dé espacio para que la suciedad se acumule en grietas o espacios rugosos se abarca en relación con los posibles contactos que puedan tener los trabajadores con el recinto, ya que por descuido o movimientos involuntarios pueden estar en contacto con estos implicando una posible contaminación cruzada. Finalmente, la pregunta p37 es la más relevante y se ve con la tabla 8 donde esta pregunta es la que más aporta a MCA siendo la que tiene más contribución a su dimensión, que tiene el 58% del porcentaje de inercia de las dimensiones.

Que la carne provenga o no de un matadero que este certificado por el gobierno como único matadero legal de la región le da sentido al valor del peso de esta pregunta. Al ser puntos críticos para entidades como el Invima, y que presenta periodos cortos de visitar por parte de esta institución se debe al riesgo que genera todo el proceso del sacrificio del ganado y alto riesgo de contaminación cruzada por la naturaleza del proceso. Estos establecimientos oficiales garantizan que las carnes que se produce se encuentran en mejor posible para el consumidor, e igualmente se llega a encontrar presencia de bacterias patógenas después de todo el proceso (Corrales et al., 2008), entonces se genera la pregunta: si en establecimientos oficiales de sacrificio bovino se encuentra presencia de bacterias ¿Qué sucede en establecimientos donde el gobierno no vigila? El estado de la carne representa un alto riesgo para la población que se alimenta de este producto.

7. Impacto social y humanístico del proyecto

Las ETA's son tan comunes que las personas no acuden a un centro asistencial por tal hay grandes vacíos en información confiable y estadísticas, pero con la optimalización del modelo se pueden generar resultados de contaminación en los establecimientos que se deseen.

La implementación de un modelo estadístico que genere el número de cuadrados ocupados en una caja de Petri por patógenos del género *E. Coli* simplemente realizando una lista de chequeo es de gran relevancia, considerando que cualquier individuo, empresa, institución con el hecho de realizar a cualquier local de venta de carnes es probable que tenga información de cuántos cuadros ocupados genera lo que dará una idea del riesgo para dicho local ya que cuantos más cuadros ocupe mayor será el riesgo a la salud ambiental. En esta lista de chequeo hay preguntas sobre todo de manipulación de alimentos y la higiene de los trabajadores, si la mayoría de estas respuestas son no. Lo más probable es que en el establecimiento haya algún patógeno que ponga en riesgo la salud de quienes trabajan en el lugar y sus consumidores.

El interés del estudio por acercarse a un tema un poco dejado al olvido alivia a las personas afectadas en esta actividad y sus posibles riesgos de contaminación, más allá del personal de los establecimientos nos afecta a toda la población en la compra y venta de esta actividad económica.

Promover estudios relacionados con la salud ambiental afectada por patógenos en actividades económicas importantes y de afectación a la comunidad y al entorno, así generar estrategias que ayuden a la mitigación y prevención de impactos ambientales por diferentes tipos de contaminación.

8. Conclusiones

La mayoría de los expendios de carne cuentan con un buen sistema de almacenamiento de productos, sin embargo, esto no las hace exentas del riesgo biológico por bacterias. Para las entidades gubernamentales es difícil aplicar controles más rutinarios en este tipo de depósito, ya que las herramientas de riesgo llegan a ser bastante extensas, tomando jornadas extensas por expendio y por sectores afectando directamente el desarrollo comercial de los negocios. En este punto se puede llegar a generar una alerta por la falta de información que se tiene respecto a la exposición de las personas a una bacteria como lo es la *E. Coli*, y otras especies de bacterias. Aunque la mitigación de los impactos que generan las bacterias que producen ETA's es en complicada debido a lo costoso que pueden ser los procesos de esterilización, que fácilmente puede impactar a la calidad de los alimentos como la carne, puede que si se tiene un mayor control respecto al saneamiento del proceso por completo (desde el matadero hasta que el producto es comprado por el consumidor) estos impactos se vean reducidos drásticamente.

El riesgo biológico por bacterias puede estar presente de diferentes formas como el contacto con las superficies de los objetos con los que las personas interactúan día a día, o en situaciones más delicadas como el alojamiento de bacterias en los tejidos de los alimentos. La exposición al riesgo por un microorganismo es una situación cotidiana de las personas, así que los casos por infecciones gastrointestinales en los centros médicos son tan bajos que ni siquiera se consiguió el histórico de los reportes médicos de Villavicencio. Sin embargo, la afirmación anterior se puede fácilmente contestar basándose en que no existen casos, pero las pruebas de la presencia de patógenos en los alimentos como las de este proyecto, que de las 35 muestras que se tomaron, en su totalidad arroja resultados positivos para la presencia de bacterias siendo un 54% de *E. Coli* deja en claro que el riesgo es latente, existiendo en su lugar una desinformación en la población ciudadanas de la alta presencia de microorganismos en los alimentos que consumen todos los días y tomando posibles síntomas de intoxicación por bacterias patógenas como malestares diarios. Es muy importante aclarar que el modelo estadístico no es perfecto, se necesitan datos para entrenar de manera precisa dichas herramientas y obtener resultados que se asemejen a la realidad.

Los modelos estadísticos pueden mostrarse como útiles, ya que queda demostrado que con pocas preguntas se pueden identificar puntos críticos en los expendios de carne. Como se observó en los resultados de la investigación, el origen de la carne es uno más relevante para considerar

cuando se habla de riesgo biológico, ya que al garantizar que la carne se procesa con el mayor nivel de saneamiento y facilitaría encontrar otras fuentes de contaminación, que pueden relacionarse con las condiciones del trabajador, las rutinas de la manipulación de productos cárnicos y el estado físico del establecimiento. La mayoría de las preguntas relevantes del modelo se relacionan directamente con la manipulación de los productos cárnicos por parte de los trabajadores de los expendios de carne, siendo la posible fuente de contaminación cruzada entre los elementos de los expendios de carne y los productos cárnicos que venden.

9. Recomendaciones

- Se recomienda a las entidades de salud ambiental centrar su atención en esta importante actividad económica de la comunidad ya que todas las muestras dieron positivo algún patógeno. Aunque no es una muestra representativa a toda la ciudad o a las plazas del mercado, podemos recomendar un seguimiento de estos comercios y saber si el problema surge en una fase primaria, en el matadero, o en qué fase del proceso se produce.

- Se sugiere ampliar el estudio a nivel municipal, buscando abarcar todos los expendios de carne que se encuentren en Villavicencio. También en lo posible desarrollar el proyecto con la dirección de saneamiento de la secretaria de salud municipal, debido a que se puede encontrar beneficio mutuo en la obtención de resultados. El apoyo de la secretaria de salud puede brindar información relevante al proyecto, y además cuentan con la autoridad legal ante los establecimientos de expendio de carne para obtener entrevistas más directas y un muestreo sin tantos errores.

- Por último, se les recomienda a los trabajadores como dueños e instituciones a seguir al pie de la letra lo requerido en el “acta de inspección sanitaria con enfoque de riesgo para expendios de carne y/o productos cárnicos comestibles” del INVIMA y aplicado por la secretaria de salud municipal. También considerar el manual de buenas prácticas para la industria de la carne.

- Finalmente, es recomendable hacer una investigación de patógenos diferentes a la *E. Coli* ya que los muestras dieron al 100% de presencia de bacterias. Entre estas bacterias hay especies de *Salmonella*, *Proteus* y *Shingella*. En esta investigación se realizó un modelo para este tipo de bacterias, dando pie a que es viable continuar con estas bacterias.

10. Bibliografía

- Alcaldía del Municipio de Villavicencio. (12 de diciembre de 2019). Secretaría Local de Salud decomisó más de 200 kilos de carne por venta ilegal. *Boletín de prensa*. <http://historico.villavicencio.gov.co/Transparencia/BancoDocumentos/BOLETINES%20DE%20PRENSA/Vigencia%202019/Diciembre/BOLETIN%20434%20UNIDOS%20PODEMOS.pdf>
- Amézquita-Monte, Z., Tomborski, M., Kopsombut, U. G., Zhang, C., Arzuza, O. S., y Gómez Duarte, Ó. G. (30 de Abril de 2015). Relación genética entre patotipos de *Escherichia coli* aislados de productos alimenticios para consumo humano en Cartagena, Colombia. *Mary Ann Liebert, Inc.* <https://doi.org/10.1089/fpd.2014.1881>
- Asamblea Constituyente de Colombia. (1991). *Constitución Política de Colombia, Artículo 79*. mincit.gov.co: <https://www.mincit.gov.co/ministerio/normograma-sig/procesos-estrategicos/gestion-de-informacion-y-comunicacion/constitucion-politica/derechos/articulo-79.aspx#:~:text=Todas%20las%20personas%20tienen%20d>
- Atnafie, B., Paulos, D., Abera, M., Tefer, G., D. H., Kasaye, S., y Kebede, M. (2017). Occurrence of *Escherichia coli* O157:H7 in cattle feces and contamination of carcass and various contact surfaces in abattoir and butcher shops of Hawassa. *BMC Microbiology*, 17, 24. <https://doi.org/10.1186/s12866-017-0938-1>
- Barragan, Serrano, Gonzales, y Matsumoto. (2013). *Microbiología de los Alimentos*. Publicaciones CBS. <http://publicacionescbs.izt.uam.mx/DOCS/microalimen.pdf>
- Barril, P., Soto, S. A., Gabriela, J., Bascur, G., Leotta, G., y Oteiza, J. (2019). Microbiological risk characterization in butcher shops from the province of Neuquen, Patagonia Argentina. *LWT*, 107, 35-40. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.02.074>
- Betancur, C., Estrada, S., Ceballos, M., Sanchez, E., Abad, A., Vanegas, C., y Salazar, L. (2010). Biilletes como fómiles de bacterias con potencial patógeno para el hombre. *Infectio. Asociación Colombiana de Infectología*, 14(2), 120-126. https://www.researchgate.net/publication/262438526_Paper_Currency_as_Fomite_for_Bacteria_with_Human_Pathogenic_Potential
- Bisen, y Saraf, &. (2014). *Laboratory Protocols in Applied Life Sciences*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b16575>

- Congreso de la República de Colombia. (24 de enero de 1979). Ley 9 de 1979. *Por la cual se dictan Medidas Sanitarias*. Diario Oficial No. 35308,. https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/LEY%200009%20DE%201979.pdf
- Corrales, Angel, y Caicedo. (2008). *Identificación de Salmonella y Escherichia coli en manos y guantes de manipuladores en planta de sacrificio y faenado de un municipio de Cundinamarca*. Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. <https://revistas.unicolmayor.edu.co/index.php/nova/article/view/102/203>
- Federación Colombiana de ganaderos (Fedegan). (2008). *Cadena Cárnica*. fedegan.org.co: <https://www.fedegan.org.co/normatividad/cadena-carnica>
- Federación Colombiana de ganaderos (Fedegan). (2019). *Cifras del sector de producción*. fedegan.org.co: <https://www.fedegan.org.co/estadisticas/produccion-0>
- Federación Colombiana de Ganaderos (Fedegan). (2022). *Estadísticas*. fedegan.org.co: <https://www.fedegan.org.co/estadisticas/genera>
- Federación Colombiana de ganaderos (Fedegan). (2023). *Cadena Cárnica | Fedegán*. Retrieved 20 de February de 2023, from fedegan.org.co: <https://www.fedegan.org.co/normatividad/cadena-carnica>
- Franco Anaya, P., Ramírez Medina, L., Orozco Ugarriza, M., y Lopez. (2013). Determinación de Escherichia Coli e identificación del serotipo O157:H7 en carne de cerdo comercializada en los principales supermercados de la ciudad de Cartagena. *Revista Lasallista de investigación*, 10(1), 91-100. <http://www.scielo.org.co/pdf/rlsi/v10n1/v10n1a09.pdf>
- González, Martínez, Rossi, Tornese, y Troncoso. (2010). Risk analysis of foodborne diseases: Microbial risk assessment. *Revista chilena de infectología*, 27(6), 513-524. <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182010000700004>
- Grau, Gett. (2023). *Esterelización autoclave*. pdfcoffee.com/: <https://pdfcoffee.com/esterilizacion-en-autoclave-repair-pdf-free.html>
- Haileselassie, M., Taddele, H., Adhana, K., y Kalayou, S. (Mayo de 2013). Food safety knowledge and practices of abattoir and butchery shops and the microbial profile of meat in Mekelle City, Ethiopia. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 3(5), 407-412. [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(13\)60085-4](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(13)60085-4)
- Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (Invima). (2013). *Acta de inspección sanitaria con enfoque de riesgo para expendios de carne y/o productos*

- cárnicos comestibles*. Invima. <https://www.invima.gov.co/sites/default/files/alimentos-y-bebidas-alcoholicas/entidades-territoriales/resoluciones-emitidas/anexos/ACTA%20DE%20INSPECCION%20PARA%20EXPENDIOS%20DE%20CARNE.pdf>
- Kuria, J., Wahome, R., Jobalamin, M., y Jobalamin, S. (2009). Profile Of Bacteria And Fungi On Money Coins. *East African Medical Journal*, 86(4). <https://doi.org/10.4314/eamj.v86i4.46943>
- Laboratorios Britania. (2023). *Agua peptonada*. [britanialab.com: https://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl_60705c37ec35f.pdf](https://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl_60705c37ec35f.pdf)
- Laboratorios Britania. (2023). *Mac Conkey Agar*. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl_60707267ecda2.pdf](https://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl_60707267ecda2.pdf)
- Lizarazo, P., Cabarcas, F., y Alzate, J. (2016). Microbiota bacteriana asociada al papel moneda de circulación en Colombia. *Infectio. Asociación Colombiana de Infectología*, 20(4), 218-224. <http://dx.doi.org/10.1016/j.infect.2015.10.010>
- Londoño, C., Rivera, M. G., y M., A. M. (2018). Evaluación del riesgo microbiológico de alimentos expendidos en vía pública en la comuna centro del municipio de Pereira. *[Documento académico, Universidad libre]. Repositorio Institucional*. <https://repository.unilivre.edu.co/bitstream/handle/10901/16160/EVALUACION%20DEL%20RIESGO%20MICROBIOL%20GICO%20tesis%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (15 de marzo de 2007). Resolución 72 de 2007. *por el cual se adopta el Manual de Buenas Prácticas de manejo para la producción y obtención de la piel de ganado bovino y bufalino*. https://www.avancejuridico.com/actualidad/documentosoficiales/2007/46580/r_ma_0072_2007.html#:~:text=RESOLUCION%2072%20DE%202007&text=Por%20la%20cual%20se%20adopta,de%20Ganado%20Bovino%20y%20Bufalino.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Colombia. (2006). *Capítulo 4. De los Expendios de Carne y de los Expendedores*. Retrieved 20 de February de 2023, from minagricultura.gov.co:

- <https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Paginas/Decreto-1071-2015/CAPITULO-4-De-los-Expendios-de-Carne-y-de-los-Expendedores.aspx>
- Ministerio de Agricultura, Chile. (2017). *Escherichia coli productora de toxina Shiga (STEC)*. Agencia Chilena para la Calidad e Inocuidad Alimentaria (ACHPIA). <https://www.achpia.gob.cl/wp-content/uploads/2018/03/Ficha-Peligro-07-STEC-v01.pdf>
- Ministerio de Salud y Protección Social. (23 de abril de 2013). Resolución No.1229 de 2013. *Por la cual se establece el modelo de inspección, vigilancia y control sanitario para los productos de uso y consumo humano*. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-1229-de-2013.pdf>
- Ministerio de Salud y Protección Social. (31 de enero de 2013). Resolución No.240. *Por la cual se establecen los requisitos sanitarios para el funcionamiento de las plantas de beneficio animal de las especies bovina, bufalina y porcina, plantae de desposte y almacenamiento, comercialización, expendio, transporte, importación...* <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-0240-de-2013.pdf>
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2019). *Enfermedades transmitidas por los alimentos ¿Qué son las enfermedades transmitidas por alimentos? ¿Cuántos tipos de ETA hay?* [minsalud.gov.co](https://www.minsalud.gov.co): <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ET/abece-eta-final.pdf>
- Ministerio de Salud y Protección Social,. (28 de marzo de 2012). Resolución 683 de 2012. *por medio de la cual se expide el Reglamento Técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir los materiales, objetos, envases y equipamientos destinados a entrar en contacto con alimentos y bebidas para consumo humano*. Diario oficial No.48.388. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-0683-de-2012.pdf>
- Minitab. (2023). *Interpretar todos los estadísticos y gráficas para Análisis de correspondencia múltiple*. support.minitab.com: <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/20/help-and-how-to/statistical-modeling/multivariate/how-to/multiple-correspondence-analysis/interpret-the-results/all-statistics-and-graphs/>

- Nataro, J., y Kaper, J. B. (2019). Diarrheagenic *Escherichia coli*. *Revisiones de microbiología clínica*, 11(1), 142 - 201. <https://doi.org/10.1128/cmr.11.1.142>
- Navarro, A. R., Moreira, D. F., y Martínez, M. M. (2017). Investigación de *Escherichia Coli* productor de toxinas Shiga (STEC) en carnes y derivados cárnicos. *Sanidad Militar*, 73(3), 147-152. <https://dx.doi.org/10.4321/s1887-85712017000300002>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Fundación Internacional Carrefour. (2007). *Buenas Prácticas para la industria de la carne*. fao.org: <https://www.fao.org/3/y5454s/y5454s.pdf>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (30 de abril de 2020). *Inocuidad de los alimentos*. who.int: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>
- Organización Mundial de la Salud (OMS), Organización Panamericana de la salud (OPS). (2006). Investigación aplicada en la salud pública. *Métodos cualitativos*. <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/729/9275316147.pdf?s>
- Organización Mundial de la Salud (OMS), Organización Panamericana de la salud (OPS). (04 de mayo de 2015). Inocuidad de Alimentos - Control Sanitario - Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP). *Enfermedades transmitidas por alimentos (ETA)*. https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10836:2015-enfermedades-transmitidas-por-alimentos-eta&Itemid=0&lang=es#gsc.tab=0
- Organización Mundial de la Salud (OMS), Organización Panamericana de la salud (OPS). (04 de mayo de 2015). Inocuidad de Alimentos - Control Sanitario - HACCP. *Peligros biológicos*. https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10838:2015-peligros-biologicos&Itemid=0&lang=es#gsc.tab=0
- Organización Panamericana de la Salud (OMS). (2021). *Evaluación de Riesgos Microbiológicos En Alimentos: Guía Para Implementación En Los Países*. iris.paho.org: https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/53292/9789275323250_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Pilllo, D., y Sotomayor. (2018). *Escherichia coli productoras de toxinas Shiga 0157 y No.0157 en carne bovina, Chile*. Agencia Chilena para la Calidad e Inocuidad Alimentaria. <https://www.achipia.gob.cl/wp-content/uploads/2018/06/Perfil-de-Riesgo-E-coli-STEC-en-carne-bovina-v1-2018-1.pdf>

- Prácticas de microbiología. (2017). *Elaboración de medios 3.0 (Agua peptona, clark y lubs, citrato)*. fiestadelosmicroorganismos.wordpress.com:
<https://fiestadelosmicroorganismos.wordpress.com/2017/03/06/elaboracion-de-medios-3-0-agua-peptona-clark-y-lubs-citrato/>
- Presidencia de la República de Colombia. (13 de septiembre de 2006). Decreto 3149 de 2006. *por el cual se dictan disposiciones sobre la comercialización, transporte, sacrificio de ganado bovino y bufalino y expendio de carne en el territorio nacional*. Diario oficial No. 46.390.
<https://www.slideshare.net/Fedegan/decreto-3149-sept-13-de-2006>
- Presidencia de la República de Colombia. (4 de mayo de 2007). Decreto 1500 de 2007. *por el cual se establece el reglamento técnico a través del cual se crea el Sistema Oficial de Inspección, Vigilancia y Control de la Carne, Productos Cárnicos Comestibles y Derivados Cárnicos, destinados para el Consumo Humano y los requisitos sanitarios*. Diario Oficial No.46.618.
<https://corponarino.gov.co/expedientes/juridica/2007decreto1500.pdf>
- Questionpro. (2023). *Tamaño de muestra*. questionpro.com:
<https://www.questionpro.com/es/tama%C3%B1o-de-la-muestra.html>
- Quevedo Acuña, D., y Cruz, A. (2019). Viabilidad en la comercialización carne de cabro en el municipio de Villavicencio, departamento del Meta, Colombia. *[Trabajo de grado, Universidad Santo Tomás]*. Repositorio Institucional.
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/15506/2019daniloquevedo.pdf?sequence=8&isAllowed=y>
- Red Nacional de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos (RENALOA). (2014). *Análisis microbiológico, Metodología analítica oficial, Microorganismos* (Vol. 3). Ministerio de salud.
https://www.anmat.gob.ar/renaloa/docs/Analisis_microbiologico_de_los_alimentos_Vol_III.pdf
- Riedel, S., Hobden, J., Miller, S., Morse, S., Mietzner, T., Detrick, B., . . . Mejia, R. (2023). *Jawetz, Melnick & Adelberg Microbiología Médica*, (28a ed.). Lange.
- Safety, F. (2023). *USDA: El brote de E. Coli de 2022 muestra la importancia de las mejores prácticas de seguridad alimentaria de la carne molida*. Food Safety Magazine.
<https://www.food-safety.com/articles/8306-usda-2022-e-coli-outbreak-shows-importance-of-ground-beef-food-safety-best-practices>

- Scribano, A. (2008). *El proceso de investigación social cualitativo*. Prometeo.
- Secretaria de salud de Pasto. (2023). *Salud Ambiental. Concepto sanitario*. saludpasto.gov.co: <https://www.saludpasto.gov.co/index.php/transporte-de-alimentos-3>
- Sierra, Verdugo, Camacho, Rubio, Marie, y Cruz, &. (2016). Behaviour of *Escherichia coli* in cow feces added with of hydrolysable tannins. *Abanico veterinario*, 6(3), 47-54. <https://doi.org/10.21929/abavet2016.63.4>
- Signorini, M. (2008). Modelo matemático predictivo del crecimiento de *Escherichia coli* O157 en carne vacuna. *InVet*, 10(1), 47-57. <https://www.redalyc.org/pdf/1791/179114155006.pdf>
- Stackoverflow. (2022). *¿Cómo sustituir datos categóricos en numéricos en DataFrame de Pandas? (Machine Learning con Python)*. es.stackoverflow.com: <https://es.stackoverflow.com/questions/477674/c%C3%B3mo-sustituir-datos-categ%C3%B3ricos-en-num%C3%A9ricos-en-dataframe-de-pandas-machine>
- Universidad Veracruzana. (2020). *Manual de microbiología de alimentos, recomendaciones para el trabajo de laboratorio*. Facultad de Química Farmacéutica. <https://www.uv.mx/qfb/files/2020/09/Manual-Microbiologia-de-alimentos.pdf>
- Vásquez, A. J., y Tasayco, A. W. (2020). Presencia de patógenos en carne cruda de pollo en centros de expendio, Huánuco-Perú: una problemática en salud. *Journal of the Selva Andina Research Society (SCIELO)*, 11(2), 130-141. <https://doi.org/10.36610/j.jsars.2020.110200130>
- Villavicencio Figueroa, L. C., Gomezcuello Samaniego, J. P., Bravo Crespo, D. I., y Baculima Suárez, J. A. (2023). Coliformes totales y *Escherichia coli* en superficies inertes en contacto con el consumo - Ecuador. *Polo del Conocimiento*, 8(9), 377-389. <https://doi.org/10.23857/pc.v8i9.6020>
- Yu, S., Yu, P., Wang, J., Li, C., Guo, H., Liu, C., . . . Ding, Y. (2020). A Study on Prevalence and Characterization of *Bacillus cereus* in Ready-to-Eat Foods in China. *Frontiers*, 10. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.03043>

11. Anexos

Anexo 1 Evidencia de la información solicitada a cámara y comercio.



Villavicencio, marzo 10 de 2023

Señor (a):

HENRY SANTIAGO NOVOA

Dir. 0

Tel. 3245630045

Ciudad

Radicado respuesta 2300103225696
Al responder cite este radicado 2300103149065
Código interno 46360
DEP : DIRECCION COMERCIAL Y DE SERVICIOS
EMPRESARIALES

Asunto: SOLICITUD DE INFORMACION.

En atención a su solicitud de fecha 06 de marzo de 2023 recibido en esta entidad bajo el número de radicado 2300103149065, en el que nos solicita la base de datos del municipio de Villavicencio, nos permitimos informarle lo siguiente:

Se adjunta la base de datos al correo electrónico suministrado en la

En los anteriores términos se da respuesta a su petición dentro del plazo y las condiciones legalmente establecidas en particular por lo fijado en el Artículo 1 de la Ley 1755 de 2015 en el cual se sustituye el contenido del Artículo 14 de la Ley 1437 de 2011, asimismo de conformidad a lo dispuesto en el numeral 1.1.8 de la Circular Externa 100-000002 de la Superintendencia de Sociedades.

CARLOS AYA

Carlos Julio Aya Reyes

Coordinador Comercial

DIRECCION COMERCIAL Y DE SERVICIOS EMPRESARIALES

Respuesta al radicado 2300103149065

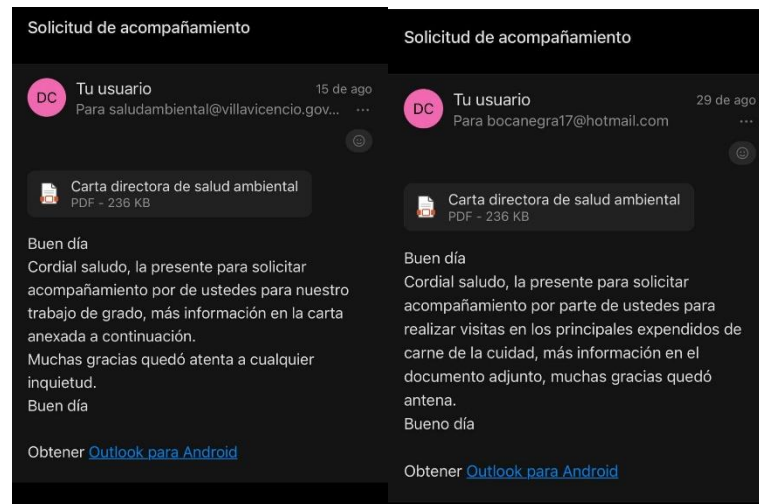
AVENIDA 40 N° 24A - 71 PBX: (8) 681 7777 VILLAVICENCIO - META | COLOMBIA

Acacía(Meta) Calle 15 N° 20-76 Barrio Cooperativo/Tel: (8) 656 1143 | Granada(Meta) Calle 17 N° 12-68 Centro/Tel: (8) 658 0488
Puerto López (Meta) Carrera 5 N° 7-34/Tel: (8) 643 0500 | Cumana(Meta) Carrera 21 N° 10-05 Barrio Centro
Inírida(OCA) Carrera 7 N° 14 A - 25/Tel: (8) 565 0802 | Puerto Carneña(Richard) Calle 5 Sur 9 Barrio el Centro/Tel: (8) 5654237
Mitu(Vaupés) Avenida 15 N° 13-72/Tel: (8) 544 2525 | San Martín(Meta) Calle 7 N° 06-30/3a/Tel: (8) 648 7295
Puerto Gallón(Meta) Transversal 9 N° 9-30 Barrio el Triunfo, Edificio Inparta Ofc. 103/Tel: (8) 648 0659

www.ccv.org.co
informacion@ccv.org.co



Anexo 2 Evidencia de correo a la dirección de saneamiento ambiental de la secretaria de Salud municipal.



Anexo 3 Preguntas y respuestas de la lista de chequeo.

Cuestionario Riesgo biológico por Escherichia Coli en los expendidos de carne1.

EDIFICACIÓN E INSTALACIONES

1. Las operaciones propias del establecimiento no generan condiciones insalubres, que pongan en riesgo la salud y bienestar de la comunidad.

Respuesta binaria

1. ¿En caso de que el expendio se encuentre dentro de un establecimiento industrial, se encuentra totalmente independiente de este?

Respuesta binaria

2. Pisos y Paredes: Sin grietas, rugosidades, asperezas o falta de continuidad que facilite la acumulación de suciedad, las uniones entre paredes, ¿entre estas y con el piso se encuentran diseñadas de manera que permiten su limpieza?

Respuesta binaria

3. *Drenajes: Cuenta con las tuberías y drenajes, debidamente protegidos por rejillas para la conducción y recolección de aguas residuales.*

Respuesta binaria

5. *Estos deben ser contruidos en material impermeable, resistente, liso, de manera que reduzca la condensación, impida el desprendimiento de partículas y permiten su limpieza y desinfección.*

Respuesta binaria

6. *Las ventanas y otras aberturas están contruidas de forma que impiden la acumulación de suciedad, facilitando su limpieza y desinfección.*

Respuesta binaria

7. *El establecimiento cuenta con la suficiente iluminación (natural o artificial).*

Respuesta binaria

8. *Las lámparas se encuentran en buen estado de mantenimiento, son fáciles limpieza y estar protegidas para evitar la caída de partículas extrañas sobre las superficies que entran en contacto con el alimento, sobre el alimento y sobre los manipuladores.*

Respuesta binaria

9. *¿El establecimiento dispone de servicios sanitarios en material higiénico sanitario en cantidad suficiente con respecto a la cantidad de personal que labora en él y separados de las áreas donde se manipulen los alimentos, de manera que no se genere contaminación de éstos?*

Respuesta binaria

10. *Los servicios sanitarios funcionan, se mantienen limpios y están dotados de los implementos requeridos para la higiene personal como: papel higiénico, dispensador con jabón desinfectante,*

implementos desechables o equipos automáticos para el secado de manos y papeleras de accionamiento no manual.

Respuesta binaria

11. Cuenta con las instalaciones para operaciones de limpieza, desinfección y secado de las manos de los manipuladores y con sistemas para la limpieza y desinfección de cuchillos, sierras y chairas en las áreas de corte.

Respuesta binaria

12. El establecimiento cuenta con un programa documentado de mantenimiento, donde se incluyan las actividades de monitoreo de las condiciones de las instalaciones, incluyendo los registros que evidencien la verificación realizada por parte del establecimiento.

Respuesta binaria

2. EQUIPOS Y UTENSILIOS

13. Cuenta con los equipos y utensilios necesarios para desarrollar las actividades propias del establecimiento, están diseñados, contruidos, instalados y son mantenidos de forma que se evita la contaminación del alimento, y son de fácil limpieza y desinfección.

Respuesta binaria

14. Los materiales en que están contruidos los equipos y utensilios, son de material sanitario, resistente al uso y a la corrosión.

Respuesta binaria

15. Las superficies donde se corten o fraccionen los alimentos, se encuentran en buen estado de conservación y son de material sanitario.

Respuesta binaria

16. El establecimiento cuenta con los equipos y/o las áreas necesarias para la conservación (refrigeración y/o congelación) de los productos, estos se encuentran en funcionamiento y en

buenas condiciones higiénicas y de mantenimiento, permitiendo mantener la cadena de frío.

Respuesta binaria

17. Las condiciones de temperatura, humedad y circulación del aire garantizan la conservación de los productos que almacena.

Respuesta binaria

18. En caso de contar con cuartos fríos, el agua procedente de los difusores debe estar canalizada mediante tubos hacia el sistema de desagüe, así como rieles para mantener las canales suspendidas.

Respuesta múltiple

19. El establecimiento cuenta con un programa documentado de mantenimiento, donde se incluyan las actividades de monitoreo de las condiciones de los equipos y utensilios, incluyendo los registros que evidencien la verificación realizada por parte del establecimiento.

Respuesta binaria

20. El intervalo de lavado de los utensilios es de

Respuesta múltiple

21. Utiliza otro tipo de limpieza de utensilios a parte del agua

Respuesta binaria

22. Cuenta con una zona destinada SOLO al lavado de los utensilios

Respuesta binaria

3. PERSONAL MANIPULADOR DE ALIMENTOS

23. Los manipuladores de carne cuentan con exámenes periódicos con el fin de descartar enfermedades que se puedan transmitir a los alimentos, lo que tengan heridas infectadas,

irritaciones cutáneas o diarrea, ¿trabaje sobre zonas de manipulación de alimentos?

Respuesta binaria

24. El establecimiento cuenta con los certificados médicos de los manipuladores, en los cuales consta la aptitud de éstos para manipular alimentos, estos certificados deben tener una vigencia máxima de un año a partir de su realización o cada vez que se considere necesario, por razones clínicas y epidemiológicas.

Respuesta binaria

25. Higiene personal: Todos los manipuladores de alimentos cumplen con las prácticas higiénicas (no comer, no fumar, no toser, uso de accesorios, uñas cortas, entre otras) necesarias en sus lugares de trabajo, evitando la contaminación de los alimentos, superficies de contacto, materiales de envase y embalaje.

Respuesta binaria

26. Lavado y desinfección de manos: Los manipuladores de alimentos se lavan con agua y jabón desinfectante las manos, antes de iniciar sus labores, después de retirarse del área de trabajo y en

cualquier ocasión donde las manos se puedan ensuciar o contaminar. Los guantes son sometidos al mismo cuidado higiénico de las manos (lavado y desinfección).

Respuesta binaria

27. Cuenta con avisos alusivos al cumplimiento de las buenas prácticas higiénicas.

Respuesta binaria

28. La ropa de trabajo es de color claro, sin botones o accesorios que puedan caer en el alimento y se mantiene limpia. En caso de uso de delantales, estos deben permanecer atados al cuerpo.

Respuesta binaria

29. Los tapabocas deben cubrir la nariz y la boca y encontrarse en adecuadas condiciones de limpieza?

Respuesta binaria

30. El establecimiento cuenta con un plan de capacitación continuo y permanente para el personal manipulador acorde con la actividad que realiza.

Respuesta múltiple

31. La empresa cuenta con el personal adecuado para realizar cada actividad?

Respuesta binaria

32. Cuanto es el personal de la empresa?

Respuesta múltiple

33. Cuantas personas manipulan la carne desde su llegada?

Respuesta múltiple

5. SANEAMIENTO

34. El establecimiento dispone de suministro de agua potable en cantidad y presión suficiente para las actividades que se realicen, así como para realizar operaciones de limpieza y desinfección efectivas.

Respuesta múltiple

35. El establecimiento cuenta con los recipientes para la disposición temporal de los residuos sólidos, de material lavable y desinfectable debidamente tapados y se encuentran alejados del lugar donde se manipulen los alimentos.

Respuesta binaria

36. El establecimiento implementa medidas para evitar la contaminación de equipos y utensilios después que éstos se limpian y desinfectan.

Respuesta binaria

ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN

37. Se abastecen de carne directamente de Friogan

Respuesta binaria

38. Son distribuidores?

Respuesta binaria

39. A cuantas empresas distribuyen?

Respuesta múltiple

40. A qué zona de la ciudad distribuyen?

Respuesta abierta

41. Nombre de la plaza

Respuesta abierta

Anexo 4 Análisis general de las respuestas.

52% de las personas respondieron **NO** para esta pregunta y la mayoría respondió **"SI "** a la pregunta 13.



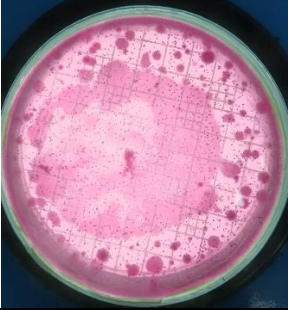
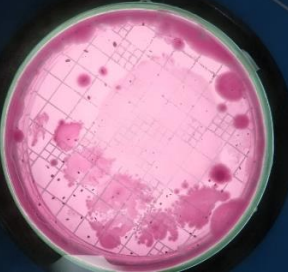
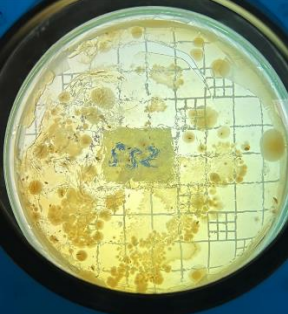
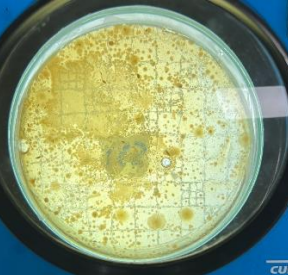
52% de las personas respondieron **NO** para esta pregunta y la mayoría respondió **"SI "** a la pregunta 2.

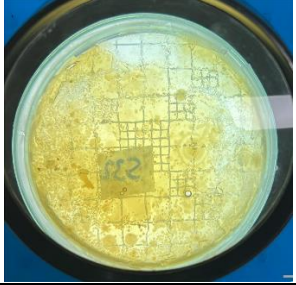
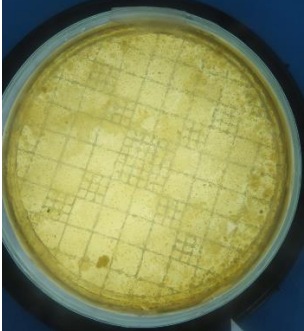
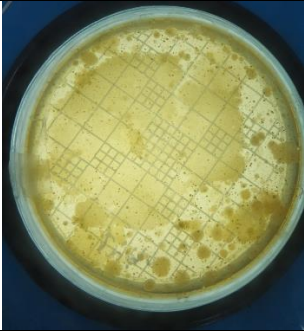
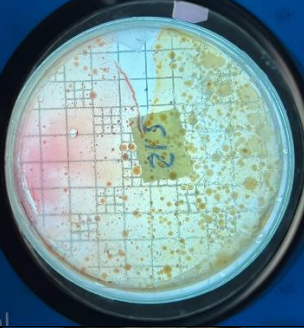
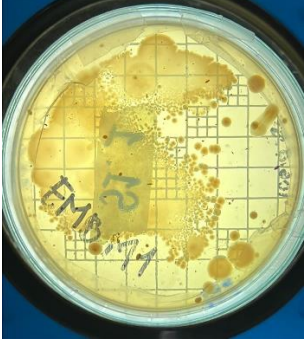
Anexo 5 Resultados de las muestras analizadas

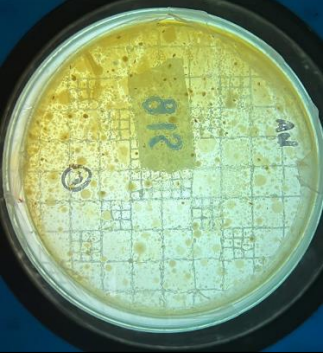
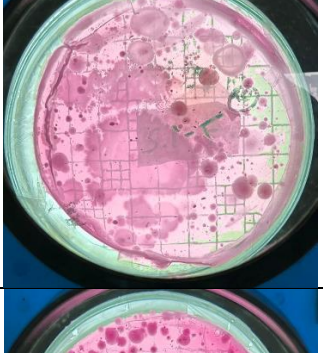
A continuación, presentamos los resultados de todas muestras tomadas en cada uno de los 35 establecimientos. De la plaza de mercado del 7 de agosto se tomaron 2 muestras, de la plaza de

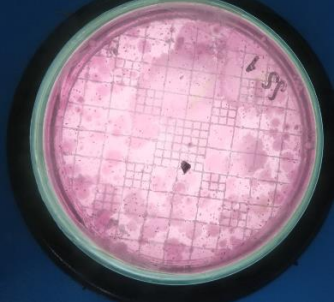
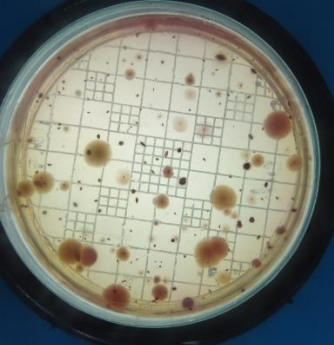
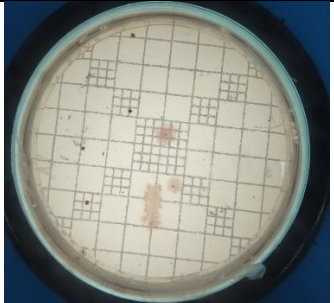
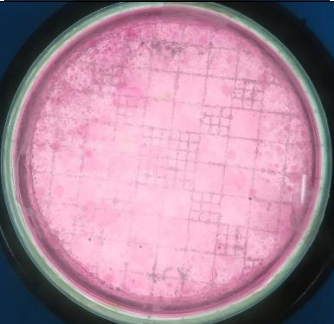
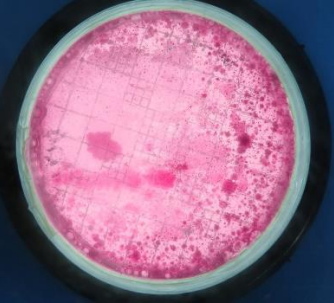
mercado de Llanabastos se tomaron 19 muestras, de la plaza de mercado del Popular se tomaron 4 muestras y de la plaza de mercado de San Isidro se tomaron 10 muestras.

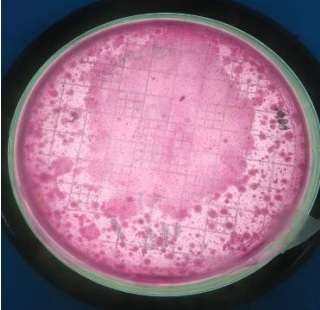
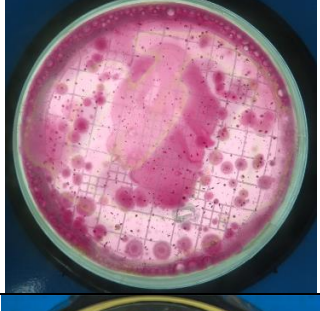
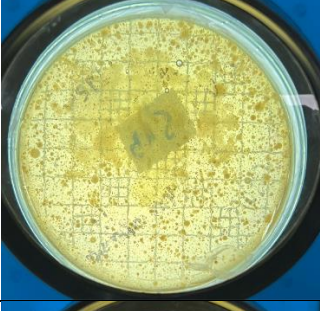
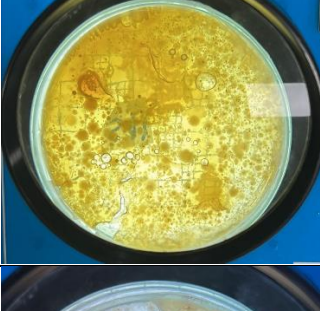
Tabla 12. Resultados de las muestras analizadas.

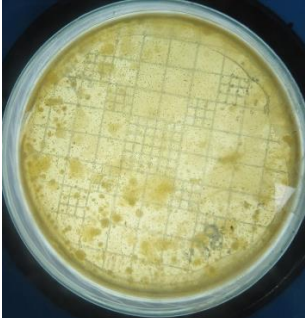
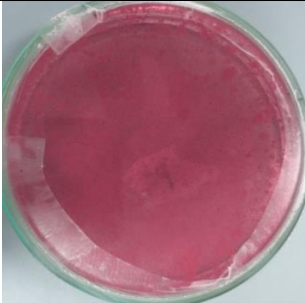
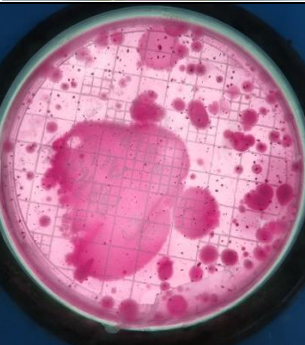
Establecimiento	Resultado	Patógeno
1. Plaza de mercado 7 de agosto		<i>E. Coli</i>
2. Plaza de mercado 7 de agosto		<i>E. Coli</i>
1. Plaza de mercado Llanabastos		<i>Salmonella spp,</i> <i>Proteus spp y</i> <i>Shingella spp</i>
2. Plaza de mercado Llanabastos		<i>Salmonella spp,</i> <i>Proteus spp y</i> <i>Shingella spp</i>

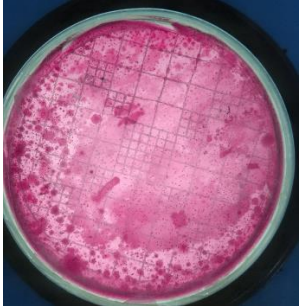
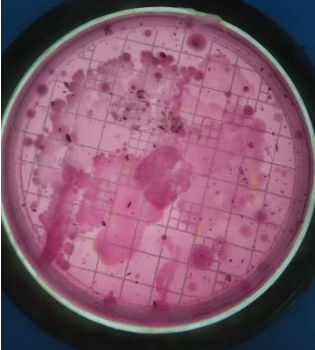
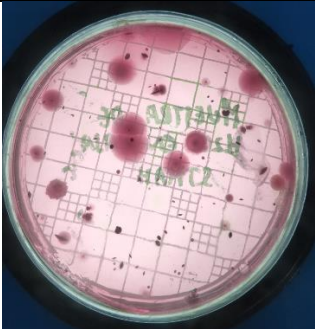
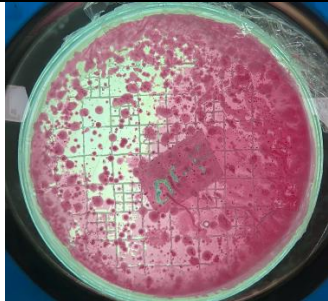
3. Plaza de mercado Llanabastos		<i>Salmonella spp</i> , <i>Proteus spp</i> y <i>Shingella spp</i>
4. Plaza de mercado Llanabastos		<i>Salmonella spp</i> , <i>Proteus spp</i> y <i>Shingella spp</i>
5. Plaza de mercado Llanabastos		<i>Salmonella spp</i> , <i>Proteus spp</i> y <i>Shingella spp</i>
6. Plaza de mercado Llanabastos		Mixto
7. Plaza de mercado Llanabastos		<i>Salmonella spp</i> , <i>Proteus spp</i> y <i>Shingella spp</i>

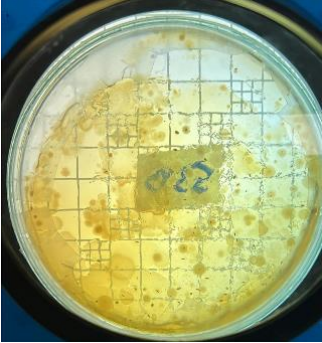
8. Plaza de mercado Llanabastos		<i>Salmonella spp</i> , <i>Proteus spp</i> y <i>Shingella spp</i>
9. Plaza de mercado Llanabastos		<i>Salmonella spp</i> , <i>Proteus spp</i> y <i>Shingella spp</i>
10. Plaza de mercado Llanabastos		<i>E. Coli</i>
11. Plaza de mercado Llanabastos		<i>E. Coli</i>
12. Plaza de mercado Llanabastos		<i>E. Coli</i>

13. Plaza de mercado Llanabastos		<i>E. Coli</i>
14. Plaza de mercado Llanabastos		<i>Salmonella spp,</i> <i>Proteus spp y</i> <i>Shingella spp</i>
15. Plaza de mercado Llanabastos		<i>Salmonella spp,</i> <i>Proteus spp y</i> <i>Shingella spp</i>
16. Plaza de mercado Llanabastos		<i>E. Coli</i>
17. Plaza de mercado Llanabastos		<i>E. Coli</i>

18. <i>Plaza de mercado Llanabastos</i>		<i>E. Coli</i>
19. <i>Plaza de mercado Llanabastos</i>		<i>E. Coli</i>
1. <i>Plaza de mercado Popular</i>		<i>Salmonella spp,</i> <i>Proteus spp y</i> <i>Shingella spp</i>
2. <i>Plaza de mercado Popular</i>		<i>Salmonella spp,</i> <i>Proteus spp y</i> <i>Shingella spp</i>
3. <i>Plaza de mercado Popular</i>		<i>Salmonella spp,</i> <i>Proteus spp y</i> <i>Shingella spp</i>

4.	Plaza de mercado Popular		<i>Salmonella spp</i> , <i>Proteus spp</i> y <i>Shingella spp</i>
1.	Plaza de San Isidro		<i>Salmonella spp</i> , <i>Proteus spp</i> y <i>Shingella spp</i>
2.	Plaza de San Isidro		<i>E. Coli</i>
3.	Plaza de San Isidro		<i>E. Coli</i>
4.	Plaza de San Isidro		<i>E. Coli</i>

5.	<i>Plaza de San Isidro</i>		<i>E. Coli</i>
6.	<i>Plaza de San Isidro</i>		<i>E. Coli</i>
7.	<i>Plaza de San Isidro</i>		<i>E. Coli</i>
8.	<i>Plaza de San Isidro</i>		<i>E. Coli</i>
9.	<i>Plaza de San Isidro</i>		<i>E. Coli</i>

10. Plaza de San Isidro		<i>Salmonella spp,</i> <i>Proteus spp y</i> <i>Shingella spp</i>
--------------------------------	--	--

Anexo 6 Aplicación del modelo logístico comparado con el conteo manual.

Nombre de la plaza	p2	p6	p12	p16	p24	p26	p34	p36	Probabilidad	# Total cuadros con E. Coli
7 de agosto, 1 establecimiento	1	1	1	0	1	0	1	1	0.45	31.71
7 de agosto, 2 establecimiento	1	1	1	1	1	1	1	1	0.35	24.17
Llanabasto 10	1	1	1	1	1	1	1	1	0.35	24.17
Llanabasto 11	0	0	1	1	1	1	1	1	0.50	34.95
Llanabasto 13	1	1	1	1	1	1	1	1	0.35	24.17
Llanabasto 16	1	1	1	1	1	1	1	1	0.35	24.17
Llanabasto 18	1	1	1	1	1	1	1	1	0.35	24.17
Llanabasto 19	1	1	1	1	1	1	1	1	0.35	24.17
Llanabasto 6	1	0	1	1	1	0	1	1	0.65	45.26
San Isidro 4	1	1	1	0	1	1	1	1	0.33	23.32
San Isidro 5	1	1	1	1	0	1	1	1	0.30	20.74
San Isidro 6	0	1	1	1	0	1	1	1	0.28	19.28
San Isidro 7	1	1	0	0	1	1	0	1	0.28	19.73
San Isidro 8	0	0	0	0	0	0	0	0	0.47	32.93
San Isidro 9	0	0	0	0	0	0	1	1	0.42	29.17
Llanabasto 12	1	1	1	1	0	0	0	0	0.37	25.65
Llanabasto 17	1	1	1	1	1	1	1	1	0.35	24.17
San Isidro 2	0	1	1	1	0	0	0	0	0.34	24.02
San Isidro 3	1	1	1	1	1	0	1	0	0.44	30.92