

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ  
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE *E. COLI* EN PIEZAS DE CARNE DE  
POLLO EN ESTABLECIMIENTOS DE EXPENDIO DEL CORREGIMIENTO DE  
LAS MAÑANITAS EN EL DISTRITO DE PANAMÁ, AÑO 2019.

UBALDO NÚÑEZ CÁCERES

CÉDULA DE IDENTIDAD: 8-843-802

TESIS PRESENTADA COMO UNO DE LOS REQUISITOS PARA OPTAR AL  
GRADO DE MAESTRIA EN SALUD PÚBLICA VETERINARIA

PANAMÁ, REPÚBLICA DE PANAMÁ

2023

**HOJA DE APROBACION**

**ACTA DE SUSTENTACIÓN**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN COMO REQUISITO PARA APROBAR LA  
MAESTRIA EN SALUD PUBLICA VETERINARIA**

**ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE *E. COLI* EN PIEZAS DE CARNE DE  
POLLO EN ESTABLECIMIENTOS DE EXPENDIO DEL CORREGIMIENTO DE  
LAS MAÑANITAS EN EL DISTRITO DE PANAMÁ, AÑO 2019.**

**ASESORA**

**CARMEN BONILLA SOLÍS**

**ESTUDIANTE**

**UBALDO NÚÑEZ**

**PROFESORES JURADO**

**OLGA BRAVO**

---

**CARMEN BONILLA DE SOLIS**

---

**HECTOR CEDEÑO**

---

## DEDICATORIA

A mis familiares, amigos, colegas les dedico este trabajo ya que fueron fuente de inspiración y colaboraron a mi persona de alguna manera u otra, tanto en lo personal como en lo profesional, este trabajo de tesis se lo dedico también a la comunidad de Las Mañanitas lugar donde se realizó el trabajo.

A mis futuros colegas y a todo profesional que quiera aportar su tiempo, conocimiento y experiencia en el campo de la Salud Pública, además también le dedico este trabajo de tesis al Estado de Panamá, instituciones y ministerios, siendo este útil para posibles trabajos en el futuro.

## **AGRADECIMIENTOS**

Le agradezco a Dios por darme la fortaleza mental y espiritual, y también por guiarme en el camino del conocimiento para llegar a realizar este documento, a mi familia por apoyarme a lo largo de mi carrera de posgrado principalmente, a mi padre por orientarme y a mi madre por darme ánimo. También darle las gracias a mi tutora de tesis la Dr. Carmen Bonilla por brindarme su conocimiento y experiencia, además de agradecer a los diversos profesionales de diferentes instituciones por ofrecerme la información necesaria en su competencia laboral y a otros en su pericia en el campo de la Salud Pública, aportando discernimientos y experiencia para crear con éxito este proyecto de tesis.

## ÍNDICE GENERAL

Contenido	
<b>DEDICATORIA</b> .....	4
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	5
<b>RESUMEN</b> .....	1
<b>ABSTRACT</b> .....	1
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	2
<b>CAPITULO I: PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	6
<b>1. Problema de la investigación</b> .....	7
<b>1.1. Planteamiento del Problema</b> .....	7
<b>1.2. Justificación</b> .....	9
<b>1.3. Objetivos</b> .....	11
<b>CAPITULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....	12
<b>2. Generalidades</b> .....	13
<b>2.1. Carnes de pollo</b> .....	13
<b>2.2. Inocuidad</b> .....	14
<b>2.3. Clasificación de alimentos según actividad microbiana</b> .....	18
<b>2.4. Factores que influyen en el crecimiento microbiano en alimentos</b> .....	19
<b>2.5. Buenas Prácticas de Higiene (BPH)</b> .....	21
<b>2.6. <i>E. coli</i></b> .....	23
<b>2.6.1. Clasificación de <i>E. coli</i> Taxonomía</b> .....	25
<b>2.6.2. <i>E. coli</i>. crecimiento y sobrevivencia</b> .....	26
<b>2.6.3. <i>E. coli</i> como indicador</b> .....	27
<b>2.6.4. Brotes de <i>E. coli</i></b> .....	29
<b>2.6.5. Estudios de <i>E. coli</i></b> .....	32
<b>2.7. Pruebas para la detección de <i>E. coli</i> en los alimentos</b> .....	37
<b>2.7.1. Petrifilm 3M <i>E. coli</i>/coliforme</b> .....	37
<b>CAPITULO III: MARCO LEGAL</b> .....	41
<b>3. Marco legal</b> .....	42

3.1. Marco Legal Normativa de <i>E. coli</i> .....	42
3.2. Marco Legal de Buenas Prácticas de Manufactura.....	45
<b>CAPITULO IV: HIPÓTESIS.....</b>	<b>46</b>
4. Hipótesis.....	47
<b>CAPITULO V: METODOLOGÍA.....</b>	<b>48</b>
5. Metodología .....	49
5.1. Población, Muestra y Muestreo .....	49
5.2. Búsqueda de muestra, transporte y aplicación de cuestionario .....	51
5.3. Procedimiento de Laboratorio.....	52
5.4. Aplicación de Encuesta en los Establecimientos (cuestionario).....	65
<b>CAPITULO VI: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>69</b>
6. RESULTADOS .....	70
6.1. Resultado de laboratorio sobre la presencia de <i>E. coli</i> .....	70
6.2. Resultado sobre el numero de UFC de <i>E. coli</i> .....	73
6.3. Variables obtenidas a través del Cuestionario .....	74
6.4. Resultado de la relación entre la presencia de <i>E. coli</i> y el cumplimiento inadecuado de Buenas Practica de Manufactura (BPM) y Procedimiento Estandarizados de Sanitización (POES).....	78
7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	83
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>87</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>88</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>89</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>94</b>

## INDICE DE CUADRO

CUADRO I. BROTES DE E. COLI 2014-2017.....	29
CUADRO II. CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS PARA POLLO PROCESADO LISTO PARA COCINAR, SUS CORTES Y MENUDOS.....	43
CUADRO III. CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS PARA PRODUCTOS CÁRNICOS DE AVES.....	44
CUADRO IV. EJEMPLO DE TABLA 2x2.....	68
CUADRO V. NUMERO DE ESTABLECIMIENTOS CON PRESENCIA O NO DE E. COLI.....	70
CUADRO VI. NÚMERO DE MUESTRAS ANALIZADAS PARA LA DETECCIÓN DE E. COLI.....	71
CUADRO VII. RESULTADO DE PRESENCIA DE COLIFORMES.....	72
CUADRO VIII. NÚMERO DE ESTABLECIMIENTOS SEGÚN EL RANGO DE UFC.....	73
CUADRO IX VALORES DE UFC OBTENIDOS Y EL REGLAMENTO TÉCNICOS DGNTI-COPANIT 33-2007 PARA E. COLI.....	73
CUADRO X. VALORES DE UFC OBTENIDOS Y EL REGLAMENTO TÉCNICO CENTROAMERICANO PARA E. COLI.....	74
CUADRO XI. ANÁLISIS CRUZADO UTILIZANDO RIESGO RELATIVO USA DIFERENTES TABLAS PARA CADA TIPO DE CARNE.....	78
CUADRO XII. ANÁLISIS CRUZADO UTILIZANDO RIESGO RELATIVO EN LA VARIABLE POSEE JABON LIQUIDO.....	79
CUADRO XIII. ANÁLISIS CRUZADO UTILIZANDO RIESGO RELATIVO EN LA VARIABLE TIEMPO EN EL LAVADO DE MANOS.....	79
CUADRO XIV. ANÁLISIS CRUZADO UTILIZANDO RIESGO RELATIVO EN LA VARIABLE S E SECAN LAS MANOS CON (PAPEL TOALLA:SI, TRAPO Y/O PAÑUELO:NO.....	80
CUADRO XV. ANÁLISIS CRUZADO UTILIZANDO RIESGO RELATIVO EN LA VARIABLE POSEE INDUMENTARIA ADECUADA (VESTUARIO BLANCO).....	80
CUADRO XVI. ANÁLISIS CRUZADO UTILIZANDO RIESGO RELATIVO EN LA VARIABLE POSEE REDECILLA.....	81
CUADRO XVII. ANÁLISIS CRUZADO UTILIZANDO RIESGO RELATIVO EN LA VARIABLE POSEE GUANTES.....	81
CUADRO XVIII. ANÁLISIS CRUZADO UTILIZANDO RIESGO RELATIVO EN LA VARIABLE POSEE TERMÓMETRO.....	82
CUADRO XIX. ANÁLISIS CRUZADO UTILIZANDO RIESGO RELATIVO EN LA VARIABLE POSEE HIGROMETRO.....	82
CUADRO XX. RESULTADO DE RIESGO RELATIVO DE VARIABLES POR DEBAJO DEL 50% DE CUMPLIMIENTO.....	83

## ÍNDICE DE FIGURA

FIG. 1. MICROGRAFÍA ELECTRÓNICA DE BARRIDO DE ESCHERICHIA COLI, QUE SE HA HECHO CRECER EN CULTIVO Y SE HA ADHERIDO A UN PORTAOBJETOS. FOTO: ROCKY MOUNTAIN LABORATORIES, NIAID, NATIONAL INSTITUTES FOR HEALTH. UNITED STATES DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES . ESTA IMAGEN ES DE DOMINIO PÚBLICO. ....	24
FIG. 2. COMPARA DE TURBIDEZ ENTRE TUBO DE MCFARLAN Y EL TUBO CON SUSPENSIÓN BACTERIANA.....	40
FIG. 3. SIN PRESENCIA DE E. COLI. ....	54
FIG. 4. CON PRESENCIA DE E. COLI. ....	55
FIG. 5. CON PRESENCIA DE COLIFORMES.....	56
FIG. 6. GRÁFICO. NÚMERO Y PORCENTAJE DE ESTABLECIMIENTOS CON PRESENCIA Y AUSENCIA DE E. COLI. ....	70
FIG. 7. GRÁFICO PORCENTAJE DEL NÚMERO DE MUESTRAS ANALIZADAS CON PRESENCIA O NO DE E. COLI. ....	71
FIG. 8. GRÁFICO. PORCENTAJE DEL NÚMERO DE MUESTRAS CON PRESENCIA Y AUSENCIA DE COLIFORMES.....	72
FIG. 9. GRÁFICO. VARIABLES QUE SE CUMPLEN EN EL 100% DE LOS ESTABLECIMIENTOS RESPECTO A LAS BPM Y SSOP.....	75
FIG. 10. GRÁFICO. VARIABLES QUE SE CUMPLEN ENTRE EL 50% Y EL 99% DE LOS ESTABLECIMIENTOS RESPECTO A LAS BPM Y SSOP.....	76
FIG. 11. GRÁFICO. VARIABLES QUE SE CUMPLEN MENOS DEL 50% DE LOS ESTABLECIMIENTOS RESPECTO A LAS BPM Y SSOP.....	77



## ABREVIATURAS

AFNOR: Organización Francesa de Normalización y siendo miembro de la Organización Internacional para la Estandarización.

BPM: Buenas Prácticas de Manufactura.

BPH: Buenas Prácticas de Higiene.

CODEX ALIMENTARIUS: (Código Alimentario) es un conjunto de normas, directrices y códigos de prácticas aprobadas por la Comisión del Codex Alimentarius.

FAO: Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

ETA'S: Enfermedades transmitidas por alimentos.

AOAC INTERNATIONAL: (Association of Analytical Communities) es una asociación sin ánimo de lucro reconocida a nivel mundial, que se encarga de desarrollar normas de consenso tanto químicas como microbiológicas que aporten soluciones analíticas reconocidas por la comunidad científica.

INFOSAN: Red Internacional de Autoridades en materia de Inocuidad de los Alimentos. Es una red mundial de autoridades nacionales en materia de inocuidad de alimentos.

NordVal: Sistema nórdico para validación de alternativas de métodos microbiológicos.

RTCA: Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA) para Alimentos y Bebidas.

COPANIT: Comisión Panameña de Normas Industriales y Técnicas.

INVIMA: Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos del gobierno de Colombia.

CDC: (Centers for diseases control and prevention), Centros para el Control y Prevención de Enfermedades. Es una agencia del Departamento de Salud y

Servicios Humanos de los Estados Unidos cuya responsabilidad a nivel nacional radica en el desarrollo y la aplicación de acciones para la prevención y control de enfermedades, salud ambiental y la realización de actividades de educación y promoción de la salud.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

OPS: Organización Panamericana de la Salud.

STEC: *E. coli* productora de toxina Shiga.

TSB: Tryptic Soy Broth sus siglas en inglés, en español es caldo de soja triptica es un medio nutritivo que favorece el crecimiento de una amplia variedad de microorganismos, en especial las bacterias anaerobias facultativas y aerobias comunes.

EE. UU.: Estados Unidos de America

NMP: Numero mas probable

UFC: Unidades Formadoras de colonia

## RESUMEN

El objetivo general de este estudio fue analizar la presencia de *E. coli* mediante métodos microbiológicos en piezas de carne de pollo de los establecimientos de expendio en el corregimiento de Las Mañanitas, distrito de Panamá, año 2019. Se tomaron muestras de 56 establecimientos que expenden carnes de pollo cruda. En cada uno de estos se tomaron cinco piezas de carne de pollo para realizar cinco análisis por establecimiento, los cuales fueron procesados en el Laboratorio Gerardino Medina. Para la detección de *Escherichia coli* se utilizó la prueba 3M Petrifilm™ Recuentos de *E. coli/Coliformes*. De los 56 establecimientos se confirmó la presencia de *E. coli* en 45 (80.36%) y ausencia 11 (19.64%). En el total del número de análisis (280) se obtuvo la presencia de *E. coli* en 152 pruebas (54.29%) y ausencia en 128 pruebas (45.71%). Los resultados obtenidos indican que en todas las muestras, las UFC estaban por debajo de  $10^3$  UFC/g, lo que permitió determinar que no existe presencia de *E. coli* en carne de pollo en mercados de expendio al consumidor, en la cantidad que sobrepase los límites máximos permitidos, establecidos por la DGNTI – COPANIT 33-2007 para carne de pollo y por el RTCA 67.04.50.17, criterios microbiológicos para la inocuidad de los alimentos. Además, en el estudio se aplicó un cuestionario para conocer el grado de cumplimiento de las normas de las BPM y SSOP, cuyo resultado indica que no se cumplen de manera satisfactoria, ya que un importante número de variables (preguntas), referentes a las normas, no se cumplen en los establecimientos. El análisis de correlación entre la encuesta realizada que determina el grado de cumplimiento y la presencia de *E. coli*, demostró que si existe asociación entre los establecimientos que no cumplen las normas y la presencia de *E. coli*.

## ABSTRACT

The general objective of this study was to analyze the presence of *E. coli* through microbiological methods in pieces of chicken meat from retail establishments in the area of Las Mañanitas, district of Panama, in 2019. Samples were taken from 56 establishments that sell raw chicken meat. In each of these, five pieces of chicken meat were taken to carry out five analyzes per establishment, which were processed in the Gerardino Medina Laboratory. For *Escherichia coli* detection, the 3M Petrifilm™ *E. coli/Coliform* counts test was used. Of the 56 establishments, the presence of *E. coli* was confirmed in 45 (80.36%) and absence in 11 (19.64%). In the total number of analyzes (280) the presence of *E. coli* was obtained in 152 tests (54.29%) and absence in 128 tests (45.71%). The results obtained indicate that in all the samples the CFU were below  $10^3$  CFU/g, which made it possible to determine that there is no presence of *E. coli* in chicken meat in consumer markets that exceeds the maximum permitted limits established by the DGNTI - COPANIT 33-2007 for chicken meat and the provisions of RTCA 67.04.50.17 microbiological criteria for food safety. In addition, in this study a questionnaire was applied to each establishments its result showed that the degree of compliance with the BPM and SSOP standards are not satisfactorily met. Since a significant number of variables (questions), referring to the standards, were not met, the degree of compliance with the BPM and SSOP standards result as “not satisfactory” in establishments. The correlation analysis, between the survey to determine the degree of compliance and the presence of *E. coli*, showed that there is an association between establishments that do not comply with the standards and the presence of *E. coli*.

## INTRODUCCIÓN

De acuerdo con informes de la OMS (2020) se estima que cada año enferman en el mundo unos 600 millones de personas, casi 1 de cada 10 habitantes por ingerir alimentos contaminados y que 420 000 mueren por esta misma causa, con la consiguiente pérdida de 33 millones de años de vida ajustados en función de la discapacidad. (OMS, Inocuidad de los alimentos, 2020).

Las enfermedades diarreicas, que son las más comúnmente asociadas al consumo de alimentos contaminados, hacen enfermar cada año a unos 550 millones de personas y provocan 230 000 muertes. (OMS, Comunicado de Prensa, 2015)

El problema de las diarreas o problemas gastrointestinales tiene diferentes causas, la OMS menciona las siguientes: Transmisión de persona a persona, en particular en condiciones de higiene personal deficiente, los alimentos elaborados o almacenados en condiciones antihigiénicas, el almacenamiento y manipulación del agua en el domicilio en condiciones carentes de seguridad. (OMS, Enfermedades Diarreicas, 2017).

Estas causas se vinculan con alimentos contaminado por agentes patógenos siendo los más comunes ***Salmonella***, ***Campylobacter*** y ***Escherichia coli enterohemorrágica***, ocasionando problemas gastrointestinales, según la OMS. (OMS, Enfermedades Diarreicas, 2017)

La *E. coli* es una bacteria que vive en el intestino de los animales y personas también vive en el medio ambiente y a veces puede vivir en agua y alimentos. La mayoría de los tipos de *E. coli* son inofensivos y son parte de un tracto intestinal sano. Sin embargo, algunos causan enfermedades que a veces son graves, como diarrea, infecciones urinarias, enfermedades respiratorias e infecciones del torrente sanguíneo. Las *E. coli* causantes de enfermedades se propagan a través del agua o los alimentos contaminados y del contacto con animales o personas. (CDC, E. coli y Seguridad alimentaria, 2022)

La *E. coli* puede hallarse en los aparatos digestivos de ciertos mamíferos. Las carnes pueden contaminarse durante la matanza o cuando se muelen (carne de res molida). La USDA de los Estados Unidos recomienda no comer carne de res cruda ni semicruda. *E. coli* también puede encontrarse en la leche cruda, el agua sin cloro o contaminada, la sidra o el jugo de manzana sin pasteurizar y las frutas y hortalizas sin cocer. (USDA, Preguntas y respuesta, 2020)

Los patógenos como *Escherichia coli* (*E. coli*), pueden encontrarse en carne de aves, crudas o media cocidas, como también en otros productos de carnes. La *E. coli* es un grupo grande y diverso de bacterias. Aunque muchas de las cepas no son nocivas, otras pueden causar enfermedades. Las carnes de aves pueden contaminarse durante el proceso de la matanza. Manipular y preparar adecuadamente los alimentos influye para evitar bacterias. Se recomienda lavado de manos y limpieza de superficies en cocina, separar las carnes con otros alimentos, cocinar bien los alimentos y refrigerar. (USDA, Preguntas y respuesta , 2019)

El consumo de carnes en Panamá es de mucha importancia, principalmente la carne de aves. De acuerdo a los últimos datos publicados por el Instituto de Estadística y Censo (INEC) de la Contraloría General de la República de Panamá, para el año del 2018, la carne de aves posee una disponibilidad de 52.4 kilogramos por habitante, que proviene en su mayoría de un sacrificio de 124 430 508 animales (aves) que generan una producción de 209 313 toneladas de carnes. Esto convierte a la carne de ave en una de las principales proteínas que consume el ciudadano panameño.

Las enfermedades gastrointestinales, afectan a los Estados, originando pérdidas, económicas y laborales. Estas enfermedades ocasionadas principalmente por alimentos contaminados no están estudiadas de manera profunda en la República de Panamá. Existe falta de información en cada una de las fases de la cadena agroalimentaria, desde la producción del animal vivo,

transformación (plantas de sacrificio), transporte y los lugares de expendio al consumidor, en las cuales se requiere una mayor vigilancia y estudio.

En las fases del expendio de alimentos cárnicos (supermercados, minisúper, abarroterías) de acuerdo con consultas previas, no se logró identificar un programa integrado que analice la situación microbiológica de los alimentos, a pesar de que este es el último eslabón de la cadena de comercialización que oferta el alimento al consumidor; lo que podría tener las condiciones propicias para ocasionar problemas gastrointestinales o enfermedades transmitidas por alimentos a la población.

En el caso de la *E. coli*, para prevenir la infección hay que aplicar medidas de control en todas las etapas de la cadena alimentaria, desde la producción agropecuaria en la granja hasta la elaboración, fabricación y preparación de los alimentos en las cocinas, tanto de establecimientos comerciales como de los hogares. (OMS, *E. coli*, 2018)

Los objetivos principales de esta investigación fueron: Establecer la presencia de *E. coli* en productos de carne de pollo en los mercados de expendio al consumidor (supermercados, minisúper, tiendas y abarroterías) en el corregimiento de Las Mañanitas, distrito de Panamá; determinar si la presencia de *E. coli* en carnes de pollo está dentro de los límites máximos bacterianos permitidos por la norma panameña, y determinar el grado de cumplimiento de las normas de Buenas Prácticas de Manipulación en mercados de expendio al consumidor, así como la asociación entre la presencia de *E. Coli* y el cumplimiento o no de estas normas.

Para ello la investigación se estructuró en seis apartados a saber: Planteamiento del Problema, Marco Teórico, Marco Legal, Hipótesis, Metodología, Resultados y Discusión. Por último, se establecen las respectivas conclusiones y recomendaciones propias de la investigación.

En resumen, en términos operativos se procedió de la siguiente manera: Se determinó el tamaño de la muestra en los establecimientos, de acuerdo un censo que se realizó por medio de una evaluación visual de la zona, la cual se verificaba la existencia del establecimiento y si estaba activo comercialmente, y se utilizó una base de datos facilitada por Contraloría General de la República de Panamá.

La toma de muestra fue aleatoria simple sin reposición. Para cada muestra se adquirieron 5 piezas de pollo por cada establecimiento, las cuales fueron utilizadas para realizar 5 análisis laboratoriales. Las piezas de pollo que fueron tomadas como muestras en los establecimientos fueron manipuladas con el mayor cuidado, asegurándose de no contaminarla y se colocaron en neveras portátiles para su transporte a la Sección de Bacteriología de los Alimentos del Laboratorio Oficial Dr. Gerardino Medina, donde se procedió a realizar las pruebas de laboratorio. Paralelamente, junto a la toma de muestra, se aplicó un cuestionario al establecimiento y al manipulador de alimento que expende carnes a los consumidores.

En el procesamiento de muestra se utilizaron Placas Petrifilm 3M para el recuento de *E. coli/Coliforme*, los cuales son utilizados en la industria de alimentos y bebidas. Luego del procesamiento de muestras, se levantó una base de datos para el análisis de los resultados obtenidos.

En relación a los análisis de los resultados y su discusión, se llegó a rechazar la hipótesis que afirmaba que la presencia de *E. coli* sobrepasa los límites de UFC/g según las normas de la DGNTI-COPANIT 33-2007 para carne de pollo y lo establecido por el RCTA 67.04.50.17.. Además, se levantó una base de datos con la información obtenida de la encuesta realizada en los establecimientos. El análisis de las variables establecidas, demostró el grado de cumplimiento de las BPM. Por último, se realizó un análisis de la asociación entre la presencia de *E. coli* y el grado de cumplimiento de las variables.

# **CAPITULO I: PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**



## 1. Problema de la investigación

### 1.1. Planteamiento del Problema

El problema de las diarreas o problemas gastrointestinales tienen diferentes causas, la OMS menciona las siguientes: la transmisión de persona a persona, condiciones de higiene personal deficiente, los alimentos elaborados o almacenados en condiciones antihigiénicas, manipulación y almacenamiento de agua en condiciones carentes de higiene son también un riesgo para la salud. (OMS, Enfermedades Diarreicas, 2017)

Estas causas se vinculan con alimentos contaminados por agentes patógenos siendo los más comunes ***Salmonella***, ***Campylobacter*** y ***Escherichia coli enterohemorrágica***, ocasionando problemas gastrointestinales, según la OMS (OMS, Enfermedades Diarreicas, 2017).

De acuerdo con informes de la OMS, se estima que cada año enferman en el mundo unos 600 millones de personas, casi 1 de cada 10 habitantes por ingerir alimentos contaminados y que 420 000 mueren por esta misma causa, con la consiguiente pérdida de 33 millones de años de vida ajustados en función de la discapacidad. Las infecciones diarreicas, que son las más comúnmente asociadas al consumo de alimentos contaminados, hacen enfermar cada año a unos 550 millones de personas y provocan 230 000 muertes. (OMS, Inocuidad de los alimentos, 2020).

Se estima que cada año ocurre 265 000 infecciones por *Escherichia coli* productora de toxina Shiga (STEC) en los Estados Unidos. STEC O157 causa aproximadamente el 36% de ellos. Los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC) estiman que STEC causa 3 600 hospitalizaciones en los Estados Unidos de América (EE. UU.) y 30 muertes cada año. (CDC, E. coli Answer and Question, 2014)

Según García en su libro “Higiene y la inspección de la carne”, uno de los alimentos causantes de brotes de *E. coli* son las carnes picadas y las carnes de hamburguesa calentadas insuficientemente. Entre los factores implicados en esta infección se encuentran la deficiente cocción de los alimentos, la falta a las normas de higiene por parte de los manipuladores y del mismo consumidor, la falta de eliminación de aguas residuales de manera adecuada, la demora en la refrigeración de los alimentos una vez han sido preparados y la contaminación cruzada (Moreno, García, 2006).

La *E. coli* se encuentra en el intestino de humanos y animales, cuando existe un proceso infeccioso debido a esta ocurre la colibacilosis. No todas las *E. coli* son patógenas, de hecho algunas de estas sintetizan vitaminas. Esta bacteria es considerada el indicador de contaminación fecal en los alimentos. La *E. coli* posee seis tipos o grupos enterovirulentos causantes de enfermedades gastrointestinales, enfermedades hemáticas y renales. Entre los alimentos que se ven comprometidos están la carne de hamburguesas, carne de pollo, leche y derivados lácteos, además de agua contaminada, verduras y comidas contaminadas post tratamientos térmico (Stanchi, 2007).

Cabe destacar que el consumo de carnes en Panamá es de mucha importancia, principalmente la carne de aves. De acuerdo a los últimos datos publicados por el Instituto de Estadística y Censo (INEC) de la Contraloría General de la República de Panamá, para el año del 2018, la carne de aves posee una disponibilidad de 52.4 kilogramos por habitante que proviene en su mayoría de un sacrificio de 124 430 508 animales (aves) que generan una producción de 209 313 toneladas de carne (INEC, 2018).

En Panamá la instancia oficial para la vigilancia de la inocuidad de los alimentos es la Dirección Nacional de Control de Alimentos y Vigilancia Veterinaria del Ministerio de Salud, según lo establecido en el decreto D.E. N°770, 2021. Dentro de esta dirección está el Departamento de Protección de Alimentos, quien mantiene un programa de evaluación microbiológica de los productos cárnicos,

principalmente en la fase de transformación en las plantas de sacrificio o mataderos donde un personal idóneo integrado por médicos veterinarios realizan la inspección sanitaria y se realiza la toma de muestras de residuos tóxicos incluyendo prueba de patógenos. Sin embargo, se pudo evidenciar mediante entrevistas a las autoridades competentes, previamente a este estudio, que no existe un programa formal de toma de muestra para análisis microbiológico de carne de pollo o res en los establecimiento de expendio al consumidor (supermercado, abarrotería, minisúper) y que la vigilancia se realiza con menor frecuencia a estos establecimientos.

Según los descrito anteriormente, la pregunta de investigación en relación a la presencia de *E. coli* en los establecimiento de expendio de carne de pollo es la siguiente:

**¿La carne de pollo que se expende en los establecimientos del corregimientos de las Mañanitas sobrepasa los límites máximos permitidos para *E. coli* establecidos por la norma panameña?**

## **1.2. Justificación**

La *E. coli* es una bacteria que se encuentra en los intestinos de las personas y los animales, en el medioambiente y, a veces, también en los alimentos y el agua sin tratar. Casi todos los tipos de *E. coli* son inofensivos y son parte de un tracto intestinal sano. Sin embargo, algunos causan enfermedades que muchas veces son graves, causando diarreas, infecciones urinarias, enfermedades respiratorias e infecciones del torrente sanguíneo. Los tipos de *E. coli* que pueden causar enfermedades se propagan a través del agua o los alimentos contaminados y del contacto con animales o personas. (CDC, *E. coli* y Seguridad alimentaria, 2022)

La bacteria se transmite al hombre principalmente por el consumo de alimentos contaminados, como productos de carne picada cruda o poco cocida, leche cruda, y hortalizas y semillas germinadas crudas contaminadas. (OMS, *E. coli* , 2018). La carne de pollo es el principal alimento carnico consumido por la población

panameña, su principal fuente de proteína, alrededor de 52.4 kg per capita al año, (INEC, 2018) lo cual puede ser, por volumen consumido un alimento que este sujeto a ser un posible medio de transmisión de *E. coli*.

Es importante conocer el estatus microbiológico de *E. coli* en todas las fases de la cadena agroalimentaria, pues para prevenir la infección hay que aplicar medidas de control en todas las etapas de la cadena alimentaria, desde la producción agropecuaria en la granja hasta la elaboración, fabricación y preparación de los alimentos en las cocinas tanto de establecimientos comerciales como de los hogares. (OMS, *E. coli* , 2018)

Por medio de los resultados obtenidos se lograra determinar si la presencia de *E. coli* en carnes de pollo en los establecimientos que expenden carnes al consumidor, cumplen con la norma COPANIT 33-2007 y al RTCA 67.05.50:17 que dictamina los límites máximos permitidos de UFC para *E. coli* en la carne de pollo.

Ademas, se lograra determinar el grado de cumplimiento de las BPM y SSOP, en los establecimientos de ventas de carne de pollo a través de los análisis y evaluación de la información que se adquiriera de las encuestas orientadas a los establecimientos y al personal que allí labora manipulando alimentos.

En la República de Panamá no existen datos suficientes sobre la presencia de *E. coli* en todas las fases de la cadena agroalimentaria, ya que principalmente se hace muestreo microbiológico de forma permanente solo en las plantas de sacrificio de aves. Por lo que este estudio permitirá conocer sobre la situación microbiológica de *E. coli* en el último eslabón de la cadena de comercialización que oferta el alimento al consumidor.

Por último, este trabajo aportará conocimientos en el tema de salud pública veterinaria, aportando información para otros investigadores en el sector público

y privado pudiendo extender este tipo de estudios a otros corregimientos, distritos o provincias.

### **1.3. Objetivos**

#### **Objetivo General**

- Analizar la presencia de *E. coli* mediante métodos microbiológicos en piezas de carne de pollo de los establecimientos de expendio en el corregimiento de Las Mañanitas, distrito de Panamá, año 2019.

#### **Objetivos Específicos**

- Establecer la presencia de *E. coli* en productos de carne de pollo en los mercados de expendio al consumidor (supermercados, minisúper, tiendas y abarroterías) en el corregimiento de Las Mañanitas, distrito de Panamá.
- Determinar si la presencia de *E. coli* en carnes de pollo está dentro de los límites máximos bacterianos permitidos según se establecen en el Reglamento Técnico de DGNTI - COPANIT 33-2007 para carne de pollo y el Reglamento Técnico Centroamericano 67.04.50.17 “Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimento”.
- Determinar por medio de un cuestionario el grado de cumplimiento de las normas de Buenas Prácticas de Manipulación en mercados de expendio al consumidor (supermercados, minisúper, tiendas y abarroterías) en el corregimiento de Las Mañanitas, distrito de Panamá.
- Determinar la existencia de una asociación entre la presencia de *E. coli* y el cumplimiento o no de estas normas.

## **CAPITULO II: MARCO TEÓRICO**

## **2. Generalidades**

### **2.1. Carnes de pollo**

La carne es generalmente definida como la parte blanda entre piel y huesos (principalmente músculos) y las vísceras (por ejemplo, hígado y riñones) de animales (mamíferos, reptiles y anfibios) y aves (particularmente pollo). La carne algunas veces se subdivide en carne roja (vacunos, cabras, ovejas, cerdos, etc.) y carne blanca (en especial, aves de corral). Los animales que suministran carne pueden ser domésticos o salvajes. La cantidad de carne que se consume en general depende de factores culturales, del precio de la carne con respecto a los ingresos y de la disponibilidad. (Latam, 2002)

La composición química (proteína, grasa, humedad) de los cortes comerciales (pechuga, muslo, ala, etc) ha sido estudiado tanto para dietas de consumo humano así como comparación con otras carne de importancia para la industria procesadora de carne. La humedad en pollo (broilers) consiste en un aproximado de 51%, en gallos 66% y gallinas 56% a 58%. El contenido calórico de carnes de aves es bajo en comparación con otros nutrientes, el pollo parrillero (broilers) contiene aproximadamente 151 calorías por 100 gramos de carne. El contenido proteico en carnes de aves es de 25% a 30%. La proteína de las aves es de alta calidad y fácil digestión y contiene aminoácidos esenciales para la dieta humana. (Obando & Murillo, 1998)

La composición química de la carne de ave influye en las bacterias y especialmente en bacterias que producen alteración, es buena fuente de proteínas, vitaminas (tiamina, niacina, riboflavina) y sales minerales, unidos a una actividad de agua (aw) de 0.98-0.99 y un pH comprendido entre 6.2-6.4, (Pascal 1992) Por su riqueza proteica, la flora bacteriana de esta carne es sobretodo proteolíticos, los gérmenes obtienen carbono y nitrógeno de las proteínas presentes en el sustrato. La calidad bacteriológica de la carne de ave depende

de distintos factores, ligadas a el sacrificio del animal y a su comercialización. (Pardo Gonzales, Perez Sempere, & Parra Lopez, 1998)

## **2.2. Inocuidad**

La definición de inocuidad de los alimentos, según la FAO y el Codex Alimentarius descrita en el documento Principios Generales de Higiene de los Alimentos la expresa de la siguiente manera: Garantía de que los alimentos no causarán efectos adversos en la salud del consumidor cuando se preparen o se consuman de acuerdo con su uso previsto (FAO, Codex Alimentarius Principios Generales de Higiene de los Alimentos, 1969).

La inocuidad es la característica propia de un alimento de no causar daño a un individuo al ser ingerido como está indicado. Anteriormente se hablaba de la higiene de los alimentos. Este ultimo término no ha perdido su vigencia, pues siempre se requiere de la aplicación de medidas higiénicas para mantener los alimentos inocuos. (OIRSA, 2018).

La inocuidad de los alimentos se refiere a riesgos asociados a alimentos que pueden afectar la salud de las personas, tantos riesgos naturales, así como contaminaciones por organismos patógenos o bien pueden incrementar el riesgo de enfermedades crónicas, como cáncer, enfermedades cardiovasculares y otras. La inocuidad es una condición necesaria para la seguridad alimentaria, pero solo un aspecto de todo el concepto de seguridad alimentaria, puesto que no valdría inocuidad si no existen alimentos suficientes para la población o si la población no tiene acceso a los mismos. (FAO, Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA) Centroamérica, 2021).

Garantizar la inocuidad alimentaria es un proceso que empieza desde la explotación agrícola y pecuaria y termina en el consumidor. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) es la única organización internacional que supervisa todos los aspectos de la cadena alimentaria. Esta perspectiva se amplía más gracias a la asociación con la



Organización Mundial de la Salud (OMS). Con los mandatos complementarios de la FAO y la OMS que proporcionan una serie de lineamientos que respaldan la inocuidad alimentaria a escala mundial y protege la salud de los consumidores. En general, la OMS supervisa el sector de la salud pública y mantiene relaciones sólidas con él, mientras que la FAO aborda los aspectos relacionados con la inocuidad alimentaria a lo largo de la cadena de producción de alimentos. (FAO, Inocuidad y calidad de los alimentos, s.f.)

Los términos de calidad e inocuidad de los alimentos pueden ser confundidos. Cuando se habla de inocuidad de los alimentos se hace referencia a todos los riesgos de un alimento que sean nocivos para la salud. Se trata de un objetivo no negociable. Cuando se habla de calidad, abarca todos los demás atributos que influye en valor del producto para el consumidor, incluye atributos negativos como estado de descomposición, contaminación con suciedad, decoloración y olores desagradables, pero también atributos positivos como origen, color, aroma, textura y método de elaboración. Esta distinción entre inocuidad y calidad tiene repercusiones en las políticas públicas e influye en la naturaleza y contenido del sistema de control de los alimentos más indicado para alcanzar objetivos nacionales predeterminados. (OMS, FAO, 2003)

La confianza en la inocuidad e integridad de los alimentos es un requisito importante para los consumidores. Los brotes de enfermedades transmitidas por los alimentos en los que intervienen agentes como *Escherichia coli*, *Salmonella* y contaminantes químicos ponen de manifiesto los problemas existentes de inocuidad de los alimentos y aumentan la preocupación pública de que los modernos sistemas de producción agrícola, elaboración y comercialización no ofrezcan salvaguardar la salud pública. Entre los factores que contribuyen a los posibles riesgos de los alimentos se incluyen las prácticas agrícolas inadecuadas, la falta de higiene en todas las fases de la cadena alimentaria, la ausencia de controles preventivos en las operaciones de elaboración y preparación de los alimentos, la utilización inadecuada de productos químicos, la contaminación de

las materias primas, los ingredientes, el agua y el almacenamiento insuficiente o inadecuado, etc. (OMS, FAO, 2003).

Las preocupaciones concretas sobre los riesgos alimentarios se han centrado en general en los siguientes aspectos:

- Riesgos microbiológicos
- Residuos de plaguicidas.
- Utilización inadecuada de los aditivos alimentarios.
- Contaminantes químicos, incluidas las toxinas biológicas.
- Adulteración.

Los consumidores esperan que la protección frente a los riesgos tenga lugar a lo largo de toda la cadena alimentaria, desde el productor primario hasta el consumidor (un todo continuo que iría "**de la granja a la mesa**"). La protección sólo tendrá lugar si todos los sectores de la cadena actúan de forma integrada, y los sistemas de control de los alimentos tienen en cuenta todas las fases de dicha cadena. (OMS, FAO, 2003)

Las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA's) son un riesgo de tipo biológico mencionado, y estas pueden ocasionar casos y brotes, y la Organización Panamericana de la Salud (OPS) las define como un incidente en el que dos o más personas presentan una enfermedad semejante después de la ingestión de un mismo alimento y los análisis epidemiológicos apuntan al alimento como el origen de la enfermedad. (OPS, s.f.)

### **2.2.1. Alimento Alterado**

Es cualquier cambio en color, sabor, de un alimento que lo hace inaceptable para consumo. El alimento puede ser inocuo pero desagradable y de difícil compra y consumo. Produce pérdidas al productor, distribuidor y consumidores, ya que

reduce la cantidad y calidad de alimentos, además de elevar los precios. (Madigan, Martinko, Dunlap, & Clarck, 2009)

El alimento alterado es aquel que ha sufrido deterioro en sus características organolépticas, composición intrínseca y/o en su valor nutritivo, debido a causas físicas, químicas y/o microbiológicas o causas derivadas de los tratamientos tecnológicos a los que ha sido sometido el alimento. El Código Sanitario Español define alimento alterado como aquel que, durante su obtención, preparación, manipulación, transporte, almacenamiento, y por causas no provocadas deliberadamente, sufre variaciones en sus caracteres organolépticos, composición química o valor nutritivo de tal forma que la aptitud para el consumo queda anulada o disminuida, aunque permanezca inocuo. En relación a lo dicho un alimento alterado puede ser inocuo pero no apto para el consumo. Por el contrario puede suceder que un alimento con unas propiedades sensoriales y nutricionales adecuadas represente un riesgo para la salud pública. (Garcinuño Martínez & Uned). Los factores que influyen en la alteración de los alimentos son químicos, físicos, biológicos. Los de gran importancia en este trabajo son los factores biológicos o ambientales tales como:

- Modificaciones de temperatura, acidez
- Crecimiento y actividad metabólica de bacterias, levaduras y hongos (fermentación y la putrefacción).

### **2.2.2. Alimento contaminado**

Un alimento contaminado es aquel que contiene microorganismo como bacterias, hongos, parásitos, virus; o toxinas producidas por los microorganismos. Un alimento también puede estar contaminado por la presencia de sustancias extrañas (tierra, trozos de madera y pelos) o tóxicas, tales como detergentes insecticidas o productos químicos. El ser humano es uno de los principales causantes de contaminación de los alimentos, las manos son la principal fuente

de contaminación, ya que a través de ella puede introducir microorganismos dañinos para el ser humano. (FAO, 2003 )

### **2.3. Clasificación de alimentos según actividad microbiana**

Como las bacterias necesitan de nutrientes y los alimentos poseen nutrientes por su composición de materia orgánica, que propician su crecimiento, las características físicas y químicas determinan el grado de actividad microbiana, clasificándose en 3 categorías (1) alimentos perecederos, (2) alimentos semiperecederos, (3) alimentos no perecederos o estables. Estas categorías son diferentes por el concepto de actividad de agua ( $A_w$ ) que es una medida de la disponibilidad del agua para ser usada en procesos metabólicos. (Madigan, Martinko, Dunlap, & Clarck, 2009)

Los alimentos perecederos y semiperecederos tienen actividad del agua alta, la cual se deben guardar bajo condiciones que inhiban su crecimiento bacteriano. En cambio los alimentos no perecederos tienen una actividad de agua baja. (Madigan, Martinko, Dunlap, & Clarck, 2009)

Alimentos fácilmente perecederos son alimentos perecederos compuestos total o parcialmente de leche, productos lácteos, huevos, carne, aves de corral, pescado o mariscos, o de ingredientes que permitan el crecimiento progresivo de microorganismos que puedan ocasionar envenenamiento u otras enfermedades transmitidas por alimentos. (FAO/OMS, 1998)

Las bacterias entéricas como la *Salmonella*, *Shigella*, y *E. coli* son patógenos potenciales, que se encuentran en el intestino de los animales alterando con frecuencia la carne. (Madigan, Martinko, Dunlap, & Clarck, 2009, pág. 1162)

## **2.4. Factores que influyen en el crecimiento microbiano en alimentos**

El crecimiento microbiológico en los alimentos depende de factores intrínsecos (propio del alimento) y extrínsecos (factores ambientales). Los factores intrínsecos son la actividad de agua ( $A_w$ ), acidez (pH), potencial de óxido reducción (Eh), composición química del alimento (nutrientes) entre otros. Los factores extrínsecos más importantes son la humedad del medio y la temperatura. (Salud, s.f.). Además de estos factores, existen otros factores en el crecimiento bacteriano tales como nutrientes, agua, tiempo y calor (OMS, Departamento de Inocuidad de los Alimentos, Zoonosis y Enfermedades de Transmisión Alimentaria, 2007)

### **Temperatura como factor importante para el crecimiento bacteriano**

Una de la 5 claves para la inocuidad de los alimentos según la OMS, es mantener los alimentos a temperatura seguras, la cual aconseja no dejar los alimentos a temperatura ambiente por mas de dos horas, que los alimentos perecederos deben refrigerarse por debajo de  $5^{\circ}\text{C}$ , por que estos microorganismos se pueden multilplicar con mucha rapidez a temperatura ambiente, a temperaturas inferiores a  $5^{\circ}\text{C}$  o superiores a  $60^{\circ}\text{C}$  el crecimiento microbiano se relantiza o se detiene. (OMS, Manual sobre 5 claves para la inocuidad alimentaria, 2007)

La temperatura, probablemente es el factor más importante que afecta el crecimiento y supervivencia de los microrganismos, lo que afecta directamente la inocuidad de los alimentos. Temperaturas muy frías o calientes inhiben crecimientos y causan muerte. Los microorganismos poseen rango de temperaturas a las cuales crecen y sobreviven. La temperatura trae consigo un efecto opuesto a los microorganismos. A medida que aumenta la temperatura las reacciones químicas y enzimáticas de la célula son más rápidas y el crecimiento se acelera. Sin embargo, por arriba de cierta temperatura algunas proteínas

pierden su funcionalidad de manera irreversible. (Madigan, Martinko, Dunlap, & Clarck, 2009)

Para cada microorganismo existe una temperatura mínima por debajo de la cual no produce crecimiento, una temperatura óptima la cual produce un crecimiento rápido, y una máxima, la cual por arriba de esta no produce o disminuye el crecimiento. La temperatura óptima está cerca de la temperatura máxima. Estas tres temperaturas se conocen como temperaturas cardinales. (Madigan, Martinko, Dunlap, & Clarck, 2009)

Las temperaturas cardinales difieren entre microorganismos, para algunos la temperatura óptima es tan baja como de 4°C o tan alta como de 100°C. No obstante, la temperatura óptima es aquella donde el funcionamiento de la membrana y proteínas metabólicas, están en su funcionamiento óptimo. (Madigan, Martinko, Dunlap, & Clarck, 2009)

De acuerdo con la temperatura óptima, los microorganismos se clasifican en: Psicrófilos, las temperaturas óptimas son temperaturas bajas; Mesófilos, donde las temperaturas óptimas es una temperatura moderada y Termófilos donde las temperaturas óptimas es una temperatura alta. (Madigan, Martinko, Dunlap, & Clarck, 2009)

Los microorganismos mesófilos se distribuyen en animales de sangre caliente, medios acuáticos y en zonas tropicales y templadas. La *E. coli* es un mesófilo, se ha definido con precisión sus temperaturas cardinales. La temperatura óptima para la mayoría de las cepas es de 39°C y la temperatura máxima de 48°C y la temperatura mínima es de 8°C. (Madigan, Martinko, Dunlap, & Clarck, 2009, pág. 1163)

## **2.5. Buenas Prácticas de Higiene (BPH)**

Según el Codex “Principios Generales de Higiene de los Alimentos” las Buenas Prácticas de Higiene en los alimentos son medidas y condiciones fundamentales aplicadas en cualquier fase de la cadena alimentaria para proporcionar alimentos inocuos e idóneos. (FAO, Codex Alimentarius Principios Generales de Higiene de los Alimentos, 1969)

El conocimiento del alimento y de su proceso de producción es fundamental para la aplicación eficaz de BPH. Las BPH gestionan fuentes de peligro que pueden contaminar los alimentos, por ejemplo, en las personas que manipulan los alimentos durante la cosecha, la fabricación, la preparación, las materias primas, otros ingredientes adquiridos a través de proveedores, la limpieza, el mantenimiento del entorno de trabajo, el almacenamiento y la exposición. La aplicación, desarrollo y mantenimiento de las BPH ofrece condiciones y que apoyan la producción en todas las etapas de la cadena alimentaria desde la producción primaria hasta el consumidor y así tener alimentos aptos para el consumo. Cuando estas medidas se aplican de forma general contribuyen al control de peligros. (FAO, Codex Alimentarius Principios Generales de Higiene de los Alimentos, 1969).

Dentro de los peligros de los alimentos se encuentran:

1. Peligros Físicos: Asociados a la presencia de objetos extraños en los alimentos. Estos peligros son potencialmente capaces de producir heridas en quienes consumen un alimento contaminado. Ejemplos: trozos de vidrio o de madera, así también como los trozos de hueso o las semillas de las frutas.
2. Peligros Químicos: Estos peligros pueden ocurrir a lo largo de toda la cadena alimentaria. Por ejemplo: residuos de productos químicos utilizados en los cultivos para el control de plagas, durante las etapas de transporte, almacenado y elaboración de alimentos que tengan contacto directo con

sustancias tóxicas, como, por ejemplo: plaguicidas, combustibles, lubricantes, pinturas, detergentes, desinfectantes, entre otros.

3. Peligros Biológicos: Incluye a las bacterias, los parásitos y los virus. El problema principal lo constituyen los microorganismos, que se definen como: Seres vivos microscópicos, que se encuentran en todas partes (agua, aire, tierra). Según su tamaño, su forma, su modo de vida, podemos distinguir las bacterias, levaduras, hongos, virus y parásitos. En general, aquellos que tienen un mayor impacto sobre la inocuidad de los alimentos son las bacterias y virus. Las bacterias son microorganismos que poseen una excelente capacidad de reproducción y hace que en pocas horas se formen grupos o colonias de millones de bacterias provocando la contaminación de los alimentos. Ejemplos de peligros biológicos: *Brucella*, *Salmonella spp*, priones, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter jejuni*, *Yersinia enterocolítica*, *Salmonella typhimurium DT 104*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli 0157:H7*, *Vibrio vulnificus*, *Clostridium perfringens*, *Clostridium botulinum*, *Bacillus cereus*, *Shigella*. Entre los parásitos tenemos: *Taenia solium*, *Taenia saginata*, *Anisakis simplex* y gusanos relacionados. Entre los virus tenemos el virus de la Hepatitis A. (FAO, OPS, & OMS, Manual para manipuladores de alimentos, 2016).

Todos estos microorganismos poseen una afinidad por un medio específico, sin embargo, se pueden encontrar en innumerables partes del ambiente tales como: el aire, en la tierra, en el viento, en los utensilios contaminados, alimentos contaminados, aguas servidas, en la basura y restos (FAO, OPS, & OMS, Manual para manipuladores de alimentos, 2016).

Para el control de estos peligros se realizan medidas de BPH, para mitigar el riesgo, realizando los siguientes controles:

- El control de la calidad del agua, que reduce al mínimo la presencia de muchos peligros potenciales (por ejemplo, biológicos, químicos, físicos).



- El control de la contaminación fecal, que reduce al mínimo la posibilidad de contaminación con patógenos de transmisión alimentaria como *Salmonella*, *Campylobacter*, *Yersinia*, cepas patógenas de *E. coli*.
- El control de las prácticas y la higiene de los manipuladores de alimentos, que previene muchas posibles enfermedades contagiosas que podrían ser transmitidas a través de los alimentos.
- El control de las superficies que entran en contacto con los alimentos mediante la limpieza, que elimina los contaminantes bacterianos, entre ellos los patógenos de transmisión alimentaria y los alérgenos (FAO, Codex Alimentarius Principios Generales de Higiene de los Alimentos, 1969).

La vía de transmisión más común donde los patógenos logran infectar a individuos a través de alimentos, es la vía oral fecal, donde por excelencia la ***Escherichia coli***, se transmite. Esta vía posee 2 tipos de forma:

“1. Ciclo fecal oral corto: Se da cuando una persona enferma de ETA, o portadora sana, no se lava las manos después de ir al baño y luego manipula alimentos que son consumidos por otras personas las que posteriormente se enferman.

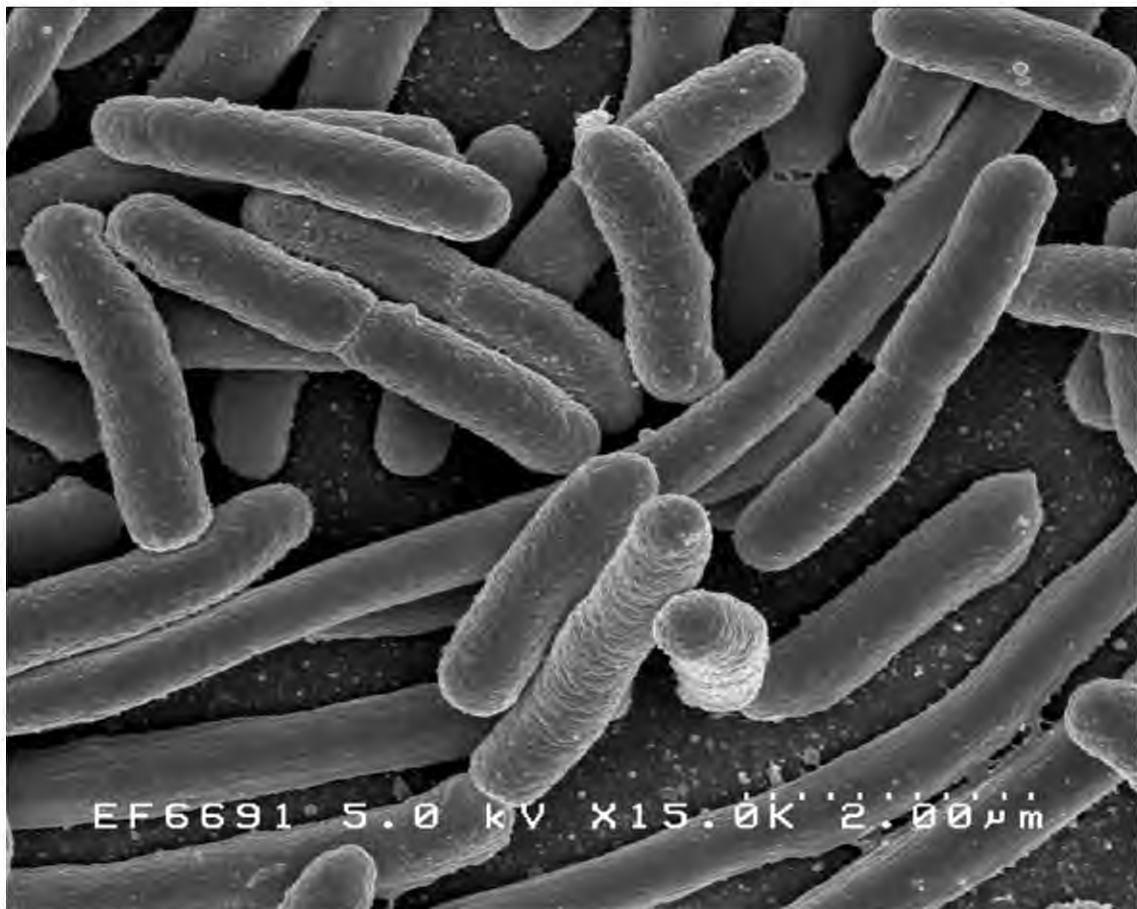
2. Ciclo fecal oral largo: Se da cuando las materias fecales llegan a corrientes de agua que se utilizan para el riego de hortalizas o frutas. Cuando no se hace un lavado y desinfección, se produce la ingestión de las bacterias patógenas.” (FAO, OPS, & OMS, Manual para manipuladores de alimentos, 2016)

## 2.6. *E. coli*

La *Escherichia coli* (*E. coli*) (Fig. 1) es una bacteria que se encuentra en el sistema digestivo de los animales y los seres humanos. Generalmente son inofensivas, algunas *E. coli* son patógenas y pueden contaminar los alimentos, el agua y el medioambiente. (FAO, Prevención de la *E. coli* para los alimentos)

La fuente de contaminación de los alimentos son las heces humanas y de animales. La vía de contaminación puede ser muy compleja e implicar todos los aspectos de las interacciones entre humanos, animales y plantas y su relación con el ecosistema. La epidemiología de cada variedad es diferente según el reservorio de la infección e influye factores tales como, niveles de sanidad e higiene en la comunidad y sistemas de producción agrícola y de los alimentos (FAO, Prevención de la E. coli para los alimentos).

Fig. 1. Micrografía electrónica de barrido de *Escherichia coli*, que se ha hecho crecer en cultivo y se ha adherido a un portaobjetos. Foto: Rocky Mountain Laboratories, NIAID, National Institutes for Health. United States Department of Health and Human Services . Esta imagen es de dominio público.



Fuente: Wikimedia Commons: <http://commons.wikimedia.org>

La *E. coli* es casi exclusivamente de origen fecal y se transmite a través de la contaminación fecal de los alimentos y del agua, así como también a través de la contaminación cruzada o por contacto humano directo durante la preparación de los alimentos. Mientras tanto, la principal vía de exposición pareciera ser el consumo de alimentos contaminados, como carne molida cruda o mal cocida, leche cruda y productos frescos. A pesar de la gravedad o ausencia de los síntomas de la enfermedad, las personas y animales infectados pueden liberar entre  $10^6$  a  $10^9$  unidades formadoras de colonias (UFC) por gramo de heces y la liberación de la *E. coli* también se puede producir a través de portadores asintomáticos (FAO, Prevención de la *E. coli* para los alimentos).

### 2.6.1. Clasificación de *E. coli* Taxonomía

La *Escherichia coli* pertenece al orden de las Enterobacterias, familia Enterobacteriaceae, género *Escherichia*, especie *Escherichia coli*. Se encuentra junto a otros bacilos gramnegativos. (Stanchi, 2007, pág. 197)

Según el Bergey's Manual Systematic Bacteriology, la *E. coli* la clasifica de la siguiente manera (Gerard J. Tortora, 2007):

Clasificación	Detalle
Dominio	Bacteria
Filo	Proteobacteria
Clase	Gammaproteobacteria
Orden	Enterobacteriales
Género	<i>Escherichia</i>
Especie	<i>Escherichia coli</i>

### 2.6.2. *E. coli*. crecimiento y sobrevivencia

El crecimiento de *E. coli* es igual que en las demás bacterias, el cual es exponencial, esto quiere decir que en un período de tiempo las bacterias doblan su número. Las consecuencias de esto es que el crecimiento poblacional es lento inicialmente, pero a medida que pasa el tiempo el crecimiento poblacional incrementa (Madigan, Martinko, Dunlap, & Clarck, 2009).

El crecimiento de las bacterias cumple el modelo de crecimientos microbiano que consta de: **Fase lag o latencia**, en la cual el crecimiento es insignificante y las células están sintetizando componentes necesarios para la reproducción. **Fase exponencial**, cada bacteria se divide en dos sucesivamente en un período de tiempo que puede ser breve o prolongado en función a los recursos disponibles. **Fase estacionaria**, no hay aumento ni descenso en el número de bacterias, este se debe a que los recursos para el crecimiento se vuelven limitantes y se empieza acumular producto de desecho celular que hacen cesar el crecimiento poblacional. **Fase de muerte**, es mucho más lenta que la fase lag, y se debe a que la célula muere, debido a que sus actividades metabólicas se pierden (Madigan, Martinko, Dunlap, & Clarck, 2009, págs. 163-164).

El tiempo necesario para que la densidad de población alcance un nivel significativo en un alimento determinado depende del tamaño del inóculo inicial y de la velocidad de crecimiento durante la fase exponencial. La velocidad de crecimiento depende a su vez de la temperatura, del valor nutritivo del alimento y de otras condiciones de crecimiento. (Madigan, Martinko, Dunlap, & Clarck, 2009)

La temperatura ideal para su crecimiento óptimo es de 37 °C, y un mínimo de 3°C a 7°C, y un máximo de 46°C. Sobrevive en alimentos congelados. Algunos reportes indican una muerte inicial <1 log, seguido de una disminución lenta.

El pH óptimo para crecimiento es de 6 a 8, con un rango entre 4,4 y 9. Puede sobrevivir en ambientes de pH bajo (3,6). A pH inferiores, el organismo muere lentamente, siendo su persistencia proporcional al grado de contaminación.

La exposición a condiciones ácidas previo a la ingestión, puede aumentar la resistencia al pH ácido del estómago (1,5) durante períodos requeridos para la digestión de comida (3 horas).

Puede crecer en presencia o ausencia de oxígeno. Lo que le permite crecer en carnes envasadas al vacío de 8°C a 9°C, cuando la carne es envasada al 100% de CO<sub>2</sub>. Pero para la sobrevivencia se ha descrito que una atmósfera 100% de CO<sub>2</sub> aumenta la supervivencia de las bacterias lesionadas tanto a 4°C como a 10°C. Por otra parte, la supervivencia en carne fermentada es igual cuando la carne está al aire o al vacío.

Por otra parte la actividad de agua óptima para el crecimiento de esta bacteria es de 0,995 con un mínimo de 0,950.” (Di pillo & Sotomayor, 2018)

### **2.6.3. *E. coli* como indicador**

La *Escherichia coli* (*E. coli*) es una bacteria común en la microflora intestinal normal en el hombre y otros animales, lo que hace un buen indicador de contaminación fecal. La *E. coli* tiene características parecidas a las de su familia *enterobacteriaceae*. Sobrevive poco tiempo en ambientes extra entéricos, lo que su detección indica que la contaminación de alimentos es reciente (Pascual Anderson, 2005).

Debido a su alta presencia en el intestino, la *E. coli* se utiliza como el indicador principal para detectar y medir la contaminación fecal en la evaluación de la inocuidad del agua y de los alimentos (FAO, Prevención de la *E. coli* para los alimentos).

Los organismos indicadores en un alimento no representan un peligro directo para la salud, sin embargo son grupos o tipos de microorganismos que, por su origen, procedencia, resistencia térmica, temperatura óptima para desarrollo y

otras características, pueden indicar exposición, manipulación y conservación inadecuadas del producto alimenticio. (PAHO, 2017)

Los organismos indicadores se usan para indicar una contaminación de origen fecal o falla en la higiene durante el proceso. Las bacterias coliformes y la *Escherichia coli* son dos indicadores bastante usados con ese propósito. (PAHO, 2017)

Las bacterias del grupo de las coliformes y *E. coli* tienen la capacidad de continuar fermentando la lactosa con producción de gas a 44 - 45,5°C (111,2-113,9°F). En esas condiciones, 90% de los cultivos de *E. coli* resultan positivas, mientras que solo algunas cepas de *Enterobacter* y *Klebsiella* mantienen esa característica. (PAHO, 2020)

La *E. coli* genérica posee un comportamiento similar a las *E. coli* patógenas, persisten y crecen en muchos alimentos, por ende, tienen los mismos requisitos fisiológicos para su existencia, desarrollo y crecimiento. Crecen en semillas germinadas, por ende, la contaminación debe evitarse a toda costa siendo esto un pilar fundamental como medida de control. Algunas cepas de *E. coli* en condiciones difíciles son capaces de mejorar su crecimiento y persistencia, por ejemplo la *E. coli* productora de toxina Shiga STEC que puede tolerar condiciones ácidas en jugos de frutas y carnes y en lácteos fermentados (FAO, Prevención de la *E. coli* para los alimentos).

#### 2.6.4. Brotes de *E. coli*

La OMS junto a la FAO en su red de información llamada Red Internacional de Autoridades en Materia de Inocuidad de los Alimentos (INFOSAN) ha registrado brotes, con el objetivo de compartir información y crear una gestión de emergencia y respuesta, referentes a los sucesos de inocuidad alimentaria en los países miembros.

Seguramente se han dado brotes de *E. coli* que se han suscitado en distintos países a lo largo de la historia, sin embargo, los registrados de manera oficial por la OMS y FAO en la red INFOSAN del 2014 al 2017 son los que se aprecian en el siguiente cuadro.

CUADRO I. BROTES DE *E. coli* 2014-2017

Evento	Fecha	País miembro o asociado afectado	Tipo de alimento	Alimento específico
Hamburguesas contaminadas por <i>Escherichia coli</i> O157:H-7 vendidas durante un concierto	4 de febrero 2014	Reino Unido	Carne y productos cárnicos	Hamburguesas
Brote de infecciones por <i>Escherichia coli</i> O157:H7 productora de toxina Shiga vinculada a la carne de vacuno picada	19 de mayo 2014	Estados Unidos	Carne y productos cárnicos	Carne de vacuno picada
<i>Escherichia coli</i> O26:H11 enteropatógena en queso de leche cruda de cabra procedente de Francia y distribuido a nivel internacional	12 de julio del 2014	China, Francia, Japón, Nueva Zelanda, Senegal, Sudáfrica	Leche y productos lácteos	Queso de leche cruda de cabra

Evento	Fecha	País miembro o asociado afectado	Tipo de alimento	Alimento específico
Brote de infecciones por <i>Escherichia coli</i> O157:H7 en una guardería del Reino Unido	28 octubre del 2014	Reino Unido	Desconocido	Desconocido
Carne de ternera halal congelada de la India contaminada por <i>Escherichia coli</i> O157:H7 y distribuida a nivel internacional	16 de noviembre del 2015	India, Iraq, Jordania, Kuwait	Carne y productos cárnico	Carne de ternera halal congelada
Brote de infecciones con <i>Escherichia coli</i> O26 en Rumania, relacionado con queso de pasta blanda producido en el país y distribuido internacionalmente	1 marzo del 2016	España, Alemania, Italia, Rumania	Leche y productos lácteos	Queso de pasta blanda
Brote de <i>E. coli</i> enterohemorrágica productora de toxina de Shiga en el Reino Unido, relacionado con productos de ensaladas mixtas	2 julio 2016	Irlanda, Reino Unido	Verdura y productos a base de verdura	Ensalada mixta
Brote de <i>E. coli</i> enterohemorrágica productora de toxina de Shiga en el Reino Unido, relacionado con queso azul producido en el país	18 de agosto del 2016	Estados Unidos, Francia, Reino Unido, Singapur	Leche y productos lácteos	Queso Azul



Evento	Fecha	País miembro o asociado afectado	Tipo de alimento	Alimento específico
Brote de infecciones por <i>E. coli</i> O157:H7 enterohemorrágica productora de toxina de Shiga en los Estados Unidos, relacionado con mantequilla de soja producida en ese país y distribuida en el Canadá	8 de marzo del 2017	Canadá, Estados Unidos	Nueces y semillas oleaginosas	Mantequilla de soja
Brote de infecciones por <i>E. coli</i> O121 enterohemorrágica productora de toxina de Shiga en el Canadá, relacionado con harina producida en el país y distribuida internacionalmente	21 de abril 2017	Bahamas, Canadá, China (RAE de Hong Kong), Reino Unido (Bermudas, Islas Vírgenes Británicas), Saint Kitts y Nevis, San Martín	Cereales y productos a base de cereales	Harina
Carne de ternera procedente de los Países Bajos contaminada con <i>E. coli</i> O103 enterohemorrágica productora de toxina de Shiga, distribuida internacionalmente	18 de mayo del 2017	Alemania, Estados Unidos de América, Francia, Países Bajos,	Carne y productos cárnicos	Carne de ternera
Pimiento de Chile procedente de Vietnam, contaminado con <i>Escherichia coli</i> , distribuido en el Canadá	09 de junio de 2017	Canadá, Vietnam	Verdura y productos a base de verdura	Pimiento de Chile

Fuente: INFOSAN 2014-2017

### 2.6.5. Estudios de *E. coli*

Al considerar el estudio sobre la presencia de *E. coli* en comedores populares en Lima, Perú; la cual se identificaba *Escherichia coli* presente en alimentos preparados en el distrito de Chaclacayo, se muestrearon un total de 14 comedores, con un total de 42 muestras analizadas, las muestras fueron de guisos, infusiones y sopas. El resultado arrojó la presencia de *E. coli* en 21.4 % de los comedores (3) de un total de 14 comedores. Se encontraron valores de *E. coli* por encima de los valores permitidos según la norma peruana establecida en alimentos y estos expuestos a temperaturas térmicas, según la norma peruana establecida. Del total de muestras analizadas (42), arrojaron positivo el 12 % de estas (5). De las 5 muestras positivas, el 60% fueron de guisos, y el 40% pertenecían a infusiones. Esto nos arroja como dato que la presencia de *E. coli*, en alimentos listo para el consumo existe. (Zenteno Guerra, Caraujulca, & Palacio Morales, 2013)

En carne de cerdo, se hizo un estudio en el cual se determinaba la presencia de *E. coli* y su identificación de serotipo O157:H7, y su toma de muestra se dio en carnes de cerdo comercializada en los principales supermercados de la ciudad de Cartagena Colombia; el estudio constaba de 60 muestras de cerdo que se comercializaban en 20 supermercados de alta recurrencia, estableciendo que por cada lote de alimento se recolectaron 3 muestras para la inspección del lote. El resultado arrojó que el 60% de la muestras resultó contaminada con *E. coli* y los valores encontrados sobrepasaban los límites establecidos por Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos (INVIMA), en cambio el 40% poseía valores aceptables teniendo concentraciones referidas por las normas de INVIMA. Respecto a la identificación de la cepa *E. coli* O157:H7, se logró identificar en un 28% (17 muestras) de las 60 muestras. (Franca Anaya, Ramírez Medina, Orozco Ugarrizo, & Lopez Gutierrez, 2013)

En cambio, un estudio hecho en alimentos frescos tipo ensalada en Guatemala donde se determinaba *E. coli* en ensaladas a base de lechugas en restaurantes

de comida rápida, se muestreo 42 ensaladas en restaurantes de comida rápida, realizando una muestra de ensalada por restaurante. De cada ensalada se proporcionaron 4 ingredientes en la misma proporción para analizar, pepino, tomate, lechuga y zanahoria, dando un para analizar de 168 muestras. Al final del estudio se obtuvo como resultado la presencia de *E. coli* en 7 (16.66%) muestras de ensaladas o restaurantes y ausencia de *E. coli* en 35 (83.34%) muestras de ensalada. Del total de muestras analizadas (168), el resultado arrojó que nueve (5.35%) tenían presencia de *E. coli*. Respecto a los vegetales o ingredientes de las ensaladas, se obtuvieron presencia de *E. coli*, en el siguiente orden: lechuga 0.00% (0), pepino 2.38% (1), zanahoria 7.14% (3) y tomate 11.9 % (5). El tomate fue el ingrediente con mayor positividad con un 55.55%, lo que indica que la presencia de *E. coli* estaba presente en ingredientes de comida rápida. Además, se obtuvo la identificación de otras bacterias tales como: *Klebsiella spp* 21 muestras (12.50%), *Enterobacter spp* en 12 muestras (7.14%) y *Pseudomonas spp*, 26 muestras (15.48%) (Rodriguez, 2005)

Referente a pollos vivos, se realizó un estudio en la cual se realizaron hisopados cloacales para demostrar la presencia de *E.coli* productora de toxina shiga (STEC) en aves destinadas para el consumo humano, en el Departamento de los Canelones, Uruguay. Se realizó un muestreo de 66 hisopados cloacales, estas se recogieron en la línea de faenado después del sacrificio y luego procesadas utilizando como método de dignostico la reacción de cadena de la polimerasa (PCR). Los siguientes resultados fueron siguientes: solo una (1.5%) muestra arrojó positivo para *E. coli* productora de toxina shiga (STEC) . La presencia de *E. coli* genérica en heces de animales fue común, sin embargo, la presencia de *E. coli* (STEC) fue poco común siendo peligrosa para la población. (Ashfield Carbon & Haro, 2016)

Países como El Salvador han identificado la presencia de *E. coli*, un estudio ejecutado en los municipios de San Salvador y Mejicanos en el año 2015, se quería encontrar la contaminación microbiológica de la carne de pollo en 43

supermercados. Este estudio fue realizado a través de instituciones estatales como el Instituto de Nacional de Salud y el Instituto del Seguro Social. Con una muestra de 43 supermercados, con un total de 302 muestras para analizar, se determinó la presencia de *E. coli*, *Salmonella* y *Stafilococcus aureus*, en piezas de pollo en los municipios de El Salvador, cuyo resultado fue el siguiente: para *E. coli* 14%, *Salmonella spp.* 56% y *Stafilococcus aureus* 14%. (Lopez, Burgos, Diaz, Mejia, & Quinteros, 2018)

Vásquez y Tasayco de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan, Perú, llevaron a cabo un estudio en el cual se determinó la presencia de *E. coli* y *Salmonella* en establecimientos que expenden carne cruda de pollo en la ciudad de Huánuco, en 50 establecimientos estudiados. Sus resultados arrojaron la presencia de *E. coli* del 28%, y ausencia de 72%, Para *Salmonella spp* se encontró presencia en el 68% y ausencia en 32% de las muestras. Este estudio realizó además un cuestionario que indagaba aspectos de BPM y de infraestructuras. El 8% declaró haber conocido las BPM respecto a la manipulación de alimentos. El 90% no usaba guantes, el 4% no usaba gorro y el 2 % poseía frigoríficos (Vasquez Ampuer , Alcántara, & Walter, 2020).

Un estudio ejecutado en Thailandia, determinó presencia de *E. coli* y *E. coli* O157, en la región de suburbios de Bangkok, capital de Thailandia. Tuvieron un total de 152 muestras de carne de pollo de mercados minorista de ventas de productos, de la cual el 25% (38/152) fue positivo a *E. coli* y el 2% (3/152) fue positivo a *E coli* O157. Además, realizó pruebas de antibioresistencia; encontrando resistencia por parte de *E. coli* a nueve antibióticos usados comúnmente. De los antibióticos analizados lo que obtuvieron mayor resistencia fueron: tetraciclina 92.1%, Gentamicina 39.2%, Cloranfenicol 39.5%, Ciprofloxacina 63.25% y Ampicilina 92.1%. (Ali Akbar, 2014)

En Cúcuta Colombia, un estudio, por parte de la Universidad de Santander, donde se realizó un muestreo en cinco asaderos, repitiéndose cuatro veces. En el muestreo uno hubo presencia solamente de *S. aureus*, en el muestreo dos hubo

ausencia de todas las bacterias, en el muestreo tres hubo ausencia de microorganismo, y el muestreo cuatro obtuvo como resultado presencia de *E. coli*, y *S. aureus* en el mismo asadero. Los resultados demostraron un 15% de contaminación por estos dos agentes. (Mendoza & Rosario, 2017)

Seza y Ayla efectuaron un estudio en Turquía, en mercados al por menor de carnes de pollo, carne molida de res y carne de res. En el estudio se observó los límites de *E. coli* permitidos por el Codex de Alimentos de Turquía y riesgos para el consumidor. De las 168 muestras que se obtuvieron, fueron 56 de pollo, 56 de carne molida y 56 de res. El resultado fue de 53.6% de positividad de *E. coli* en todas las muestras. La distribución de este porcentaje de positividad a *E. coli* se dio de la siguiente: carnes de pollo 87.5%, carnes molida 48.2% y carnes de res 25%. Todas las muestras que resultaron con grados de contaminación excedían los límites máximos de *E. coli* ( $1.0 \times 10^2$ ) respecto a las normas del código alimentario de Turquía. (Arslan, & Gencan, 2012)

En Islandia, otro estudio pudo aislar 419 colonias de *E. coli*, obteniendo rangos de contaminación en muestras de animales en fincas de pollo y cerdos y en alimentos a base de pollo y cerdo siendo tomadas en plantas de procesamiento dando como resultado la existencia de una presencia de 73% al 100%. (T.R. Thorsteinsdottir, 2009)

En Washington D.C., Estados Unidos se realizó un estudio sobre la prevalencia de *Campylobacter spp.*, *Escherichia coli* y *Salmonella spp.*. El muestreo se realizó en 59 comercios al por menor de pollo, pavo, cerdo y carne de res, hasta tres veces durante el período desde el año 1999 hasta el año 2000, donde se obtuvieron un total 825 muestras de carnes crudas. Para *E. coli* se obtuvo 21.7% de positividad (179 muestras) y la distribución de la positividad de según el tipo de carne fue la siguiente: para carne de res 19% (40 muestras), para carne de cerdo 16.3% (34 muestras), para carne de pavo 11.9% (23 muestras) y para carne de pollo 38.7 % (82 muestras) (Cuiwei Zhao, 2001).

En África, en el país de Ghana, en la Metrópolis, Tamale, otro estudio fue realizado enfocado en determinar la prevalencia y resistencia antimicrobiana en aislados de *E. coli* en distintos tipos de carne, tales como, carnes de res, cordero, cabra, gallina guinea y pollo local. Se tomaron 45 muestras de cada tipo de carne haciendo un total de 225 muestras, todas se obtuvieron de lugares donde expendían carne y realizando hisopados de las muestras. Los resultados arrojaron una prevalencia general de *E. coli* de 84.0% (189 muestras positivas), en carne de pollo local específicamente fue de 80.0% y en carne de pollo de guinea fue de 89.0%. (Frederick Adzitey, 2020)

En Brasil en Santa Catarina, se realizó un trabajo donde se buscaba *E. coli* y *E. coli* productora de toxina Shiga en canales de pollo, muestreándose lugares de expendio de carnes de pollo y plantas de sacrificio de aves, realizándose con intervalos de 7 a 15 días, repitiéndose unas diez veces para obtener muestras de diferentes lotes de producción. Se obtuvo un total de 246 muestras de carnes de pollo con las siguientes categorías: pollo entero, pollos de criadero, parrilleros, pollo adobado y pollo de traspatio. Se utilizó Chromocult® Coliform para detectar *E. coli*. El resultado general arrojó una positividad de 73.17%, siendo los pollos de criaderos con mayor positividad de *E. coli* con un 92.30%, seguido de pollo entero con 80.57%, pollo adobado 53.84%, pollo parrillero 43.24% y pollo de traspatio con 40.0% (MF Cerruti, 2020).

En Corea del Sur, se hizo un estudio para investigar presencia de *Escherichia coli* en la carne fresca de res, aves y porcinos. El tamaño de las muestras fue de tres mil, recolectadas en un periodo de 2 años. Los resultados fueron los siguiente: la positividad general arrojó un 9.1%; siendo la carne de cerdo la de mayor positividad con un 14.9% (201 positivos), aves de corral con un 4.6% (41 positivos) y carne de res con un 4.1% (31 positivos). (Gi Yun, 2009)

## 2.7. Pruebas para la detección de *E. coli* en los alimentos

Dentro de las pruebas de laboratorio para la detección de *E. coli* en alimentos podemos tener:

### Agar Mackonkie

Este tipo de cultivo es usado para la detección de *Klebsiella* y *E. coli* debido a su reacción con la lactosa, tornándose una coloración roja, este es un medio selectivo para bacilo gramnegativos no exigentes tales como enterobacterias, pseudomonas debido a que tiene sales biliares y cristal violeta. (Prats, 2005 )

### Medio Luria Bertani

Medio Luria Bertani es una de los medios mas utilizados para el cultivo bacteriano, sobre todo de *E. coli*, debido a que es rico en nutrientes y permite el crecimiento de una gran variedad de bacterias. Utilizadas como medio de enriquecimiento y para procesos de microbiología molecular. (Nerea Porres Osante, 2018)

### Tergitol

Es un medio usado específicamente para el crecimiento de *E. coli* en alimentos, este recuento de *E. coli* se debe a que este medio tiene propiedades que favorecen de manera exclusiva a *E. coli* que reacciona a la glucuronidasa. Inhibe el crecimiento de bacterias gram positiva, limita la invasión de *Proteus* y favorece la recuperación de *E. coli*. (Corrie Allaert Vandevenne, 2002 )

#### 2.7.1. Petrifilm 3M *E. coli*/coliforme

Las placas Petrifilm una presentación disponible comercialmente que contienen agentes gelificante solubles en agua, nutrientes e indicadores, estos poseen todos los componentes necesarios para el crecimiento microbiano. Por eso no se requiere preparación del medio de cultivo al usar estas placas. (Safety, 2015)

Las Placas Petrifilm™ para el Recuento de *E.coli*/Coliformes-3M, poseen nutrientes de Bilis Rojo Violeta (VRB), un agente gelificante soluble en agua fría, un indicador de actividad de la glucuronidasa y un indicador que facilita la enumeración de las colonias. (3M Food Safety)

La mayoría de las *E. coli* (cerca del 97%) produce beta-glucuronidasa, la que a su vez produce una precipitación azul asociada con la colonia. La película superior atrapa el gas producido por *E. coli* y coliformes fermentadores de lactosa. Cerca del 95% de las *E. coli* producen gas, representado por colonias entre azules y rojo-azules asociadas con el gas atrapado en la Placa Petrifilm EC. (3M Guia de interpretación, 2015)

La AOAC Internacional y el Manual de Análisis Bacteriológico de la FDA de los Estados Unidos definen los coliformes como colonias de bastoncillos Gram-negativos que producen ácido y gas de la lactosa durante la fermentación metabólica de la lactosa. Las colonias coliformes, que crecen en la Placa Petrifilm EC, producen un ácido que causa el oscurecimiento del gel por el indicador de pH. El gas atrapado alrededor de las colonias rojas de coliformes confirma su presencia. (3M Guia de interpretación, 2015)

### **Medios utilizados para la aplicación de las placas Petrifilm 3M**

Para la utilización de Petrifilm 3M se usa una solución tampón como el Fosfato de Butterfield.

El Fosfato de Buterfield es una solución tampón, amortiguadora del pH, teniendo la capacidad de amortiguar cantidades (moles) de ácido fuerte o de base fuerte de tal forma que el pH no varía apreciablemente. Esta solución debe estar constituida por un ácido (donador de protones) que neutralice una cantidad de base fuerte y por una base (receptora de protones) que reaccione con una cantidad de ácido fuerte. (Diaz, 2002)



### **Controles utilizados para la aplicación de las placas usar Petrifilm 3M**

Los controles utilizados fueron control positivo y control negativo. Los controles son necesarios para garantizar que los experimentos están funcionando correctamente. Los controles siempre se hacen paralelamente al experimento.

Un control negativo contiene todos los reactivos utilizados en el experimento, con la excepción del material que se quiere observar o detectar. Los controles negativos sirven para detectar uniones no específicas y falsos positivos. Es decir, validan los resultados positivos. Si no hay controles negativos, no podemos estar seguros de que los resultados sean verdaderamente positivos. Los controles positivos contienen el material que queremos detectar. Son necesarios para asegurar que el experimento se realiza correctamente. Si no hay un control positivo y el resultado del experimento es negativo, no podemos saber con seguridad si el resultado es verdaderamente negativo o resulta que el ensayo no ha funcionado. Un control positivo sirve para verificar que los resultados negativos sean válidos. (Theory, Labster, 2021)

Para la verificación de la prueba utilizada se usó como control negativo el fosfato de buterfield solamente inoculándose en el Petrifilm 3M y realizando su lectura.

Para el control positivo se hace un hisopado de un cultivo de *E coli* brindado por el laboratorio y luego se inocula en una solución de Tryptic Soy Broth (TSB) y se incuba por 24 horas, de esta solución incubada de *E coli*, se coloca unas gotas en una solución salina y se realiza el ensayo de Macfarlan, lo cual indica una proporción óptica comparable con una suspensión bacteriana de  $1.5 \times 10^8$  UFC/ml. Para facilitar la comparación a simple vista de la turbidez, se coloca el tubo de Mcfarlan con una cierta turbidez óptica y el tubo con la solución bacteriana y ambos se observan en un fondo blanco con líneas negra, cuando ambas turbidez sean iguales se considera que la suspensión bacteriana es equivalente a  $1.5 \times 10^8$  UFC /ml. (Forbes, Sahm, & Alice S., 2007) Figura 2. Y si la turbidez no es igual, se agrega mas diluyente o se le agrega mas microorganismo.

Fig. 2. Compara de turibidez entre tubo de Mcfarlan y el tubo con suspensión bacteriana.



Fuente: Control positivo procesado, el 17/12/19, en la Sección de Bacteriología de los Alimentos, Laboratorio Gerardino Medina.

## **CAPITULO III: MARCO LEGAL**

### **3. Marco legal**

El marco legal que define estos temas en Panamá son las normas y decretos dictados por las instancias facultadas: el Ministerio de Salud (MINSA) encargada de velar por la salud de los ciudadanos que habitan el territorio nacional, Comisión Panameña de Normas Industriales y Técnicas (COPANIT), la cual pertenece a la Dirección General de Normas y Tecnología Industrial (DGNTI) del Ministerio de Comercio e Industria, encargado por el Estado de normalizar los criterios técnicos, organizar comités técnicos para el desarrollo de normas, las cuales velarán por la salud humana, animal, vegetal y el medio ambiente. También se encuentra el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA) formado por Comités Técnicos de Normalización a través de los Entes de Normalización de los países centroamericanos en el que Panamá es signatario. Estos comités son los encargados de realizar el estudio o la adopción de las regulaciones con el objetivo de establecer normas en Centroamérica para garantizar alimentos inocuos y de calidad en la región. Estas normas de RTCA se ratifican por el Consejo de Ministros de Integración Económica Centroamericana (COMIECO) la cual es una instancia que tiene por mandato establecer las políticas de integración económica de la región centroamericana.

#### **3.1. Marco Legal Normativa de *E. coli***

El marco legal respecto a *E. coli* son varios, uno es la COPANIT 33-2007 que norma en uno de sus ítems la carga bacteriana permitida en carnes de pollo procesado. Este documento establece las características y especificaciones que debe cumplir la carne de pollo, gallina y gallo entero, en cortes y sus menudos. Esta norma es obligatoria en todo el territorio nacional y es obligatoria para importadores y establecimientos que comercialicen carne de pollo nacional o importado procedentes de plantas de proceso locales o extranjeras dedicadas al

sacrificio de pollo, gallina y gallos. En el punto 5.7 de la norma COPANIT indica lo siguientes:

“Criterio microbiológicos: A la salida del chiller, los pollos listos para cocinar, y sus menudos, no deberán contener microorganismo en cantidades mayores a las indicadas en el CUADRO II y no deberán tener microorganismos ni sustancias producidas por microorganismo que puedan representar un riesgo para la salud.”

**CUADRO II. CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS PARA POLLO PROCESADO LISTO PARA COCINAR, SUS CORTES Y MENUDOS**

Microorganismo	Pollo procesado crudo, listo para cocinar	Pollo precocido	Pollo totalmente cocido
Recuento Total <i>Mesófilos Aeróbicos</i> (UFC/g)	$\leq 1 \times 10^6$	$60 \leq 1 \times 10^5$ y $100\% \leq 1 \times 10^6$	$\leq 5 \times 10^5$
<i>Salmonella</i> (en 25 g)	23% max. Positivo	12% max. Positivo	Ausencia
<i>E. coli</i> (UFC/g), (NMP/g)	$\leq 1 \times 10^3$	$100\% \leq 1 \times 10^3$ y $40\% \leq 1 \times 10^2$	Ausencia o 3 NMP/g

\*NMP: Numero mas probable

\*UFC: Unidades Formadoras de colonia

Fuente: Comisión Panameña de Normas Industriales y Técnicas.

El Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA) nombrado: “ALIMENTOS. CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS PARA LA INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS”, fue adoptado por Panamá mediante la resolución N° 138 del 20 de noviembre de 2018 del Ministerio de Comercio e Industria. En esta se ordena la publicación, de la resolución N° 402-2018 (COMIECO-LXXXII) aprobado por el Consejo de Ministros de la Integración Económica el 28 de junio de 2018 en la cual se resuelve aprobar el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.05.50:17 ALIMENTOS CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS PARA MICROORGANISMO PARA LA INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS (RTCA, 2017). Este documento

norma la carga bacteriana en distintos alimentos, tanto en su registro como en su vigilancia. Este documento, en la sección 8.2, determina la carga bacteriana específicamente en piezas de pollo para la vigilancia. En el CUADRO III se refleja los criterios microbiológicos para los productos cárnicos de aves crudas, semicrudas y otros.

CUADRO III. CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS PARA PRODUCTOS CÁRNICOS DE AVES.

<b>8.2 Subgrupo de alimento: productos cárnicos crudos empacados de aves de corral y caza, refrigerados (frescos) o congelados, enteros, en cortes, piezas, picados, molidos, curados-crudos, embutidos crudos o formados crudos, incluyendo empanizados y rebozados. No incluye materias primas</b>						
Parámetro	Plan de muestreo				Límite	
	Tipo de riesgo	Clase	n	c	m	M
<i>Salmonella spp</i>	A	2	5	1	Ausencia/ 25 g	----
<i>Escherichia coli</i>		3		1	10 <sup>2</sup> UFC/g	10 <sup>3</sup> UFC/g

Fuente: Reglamento Técnico Centroamericano para Alimentos y Bebidas.

Los criterios microbiológicos detallados en este cuadro para los cárnicos crudos de aves, se explican así:

Tipo de riesgo: El tipo de riesgo establecido por el reglamento es de “A” que se define como “Comprende los alimentos que por su naturaleza, composición, proceso, manipulación y población a la que va dirigida, tienen una alta probabilidad de causar daño a la salud.”

Clase: La *E. coli* posee tres clases, en la cual se dividen en 3 grados, un plan de muestreo por atributos, donde de acuerdo con los criterios microbiológicos puede dividirse en tres grados, “aceptable, medianamente aceptable y rechazable”. La clase aceptable tiene como límites m, la clase medianamente aceptable tiene como límites m y M, y la rechazable aquellos valores superiores a M. Un plan de 3 clases queda descrito por n, m, M y c.

n: número de unidades de muestras a ser analizadas.

c: número máximo de unidades de muestra que puede contener un número de microorganismos comprendidos entre m y M para que el alimento sea aceptable.

Límites: m: Criterio microbiológico por debajo del cual el alimento no representa un riesgo para la salud.

M: Criterio microbiológico por encima del cual el alimento representa un riesgo para la salud.

### **3.2. Marco Legal de Buenas Prácticas de Manufactura**

El marco legal para buenas prácticas se basa en el Decreto N° 352 del 10 de octubre del 2001 “Que reglamenta la aplicación obligatoria de los Procedimientos Estandarizados de las Operaciones de Limpieza y Desinfección, las Buenas Prácticas de Manufactura y el Sistema de Análisis de Peligros y Control de Puntos Críticos, en las plantas y establecimientos que sacrificuen animales de abasto, procesen, transformen, distribuyan y expendan productos cárnicos, lácteos, pesqueros, huevos y productos diversos para consumo humano”. Esta norma posee una modificación por el Decreto N° 81 de 31 de marzo del 2003.

Además está el Decreto Ejecutivo N° 33 de 1997 “Por el cual reglamenta el expendio de carnes y productos cárnicos en los distintos establecimientos del país y se dictan otras disposiciones de carácter sanitario”. Estas disposiciones legales son las normas vigentes referentes a las buenas prácticas en establecimientos de expendio cárnicos, incluyendo carnes de pollo.

## **CAPITULO IV: HIPÓTESIS**



#### 4. Hipótesis

Para el presente estudio donde se establece la pregunta de investigación: ¿En el corregimiento de las Mañanitas existen establecimientos de expendio de carne de pollo, con presencia de *E coli*, por arriba de los límites máximos permitidos por la norma panameña, lo que representa un riesgo para la salud de los consumidores?, se propone la siguiente hipótesis:

##### HIPOTESIS DE INVESTIGACIÓN

Hi: Existe presencia de el microorganismo bacteriano *E. coli* en carne de pollo, dispensados en mercados de expendio al consumidor (supermercados, minisúper, tiendas y abarroterías) en el corregimientos de Las Mañanitas, distrito de Panamá que sobrepasa los límites máximos permitidos establecidos por la Comisión Panameña de Normas Técnicas Industriales “DGNTI – COPANIT 33-2007 para carne de pollo (MICI, 2007) y lo establecido por el Reglamento Técnico Centroamericano, 67.04.50.17 criterios microbiológicos para la inocuidad de los alimentos.

Ho: No existe presencia de el microorganismo bacteriano *E. coli* en carne de pollo dispensados en mercados de expendio al consumidor (supermercados, minisúper, tiendas y abarroterías) en el corregimientos de Las Mañanitas, distrito de Panamá que sobrepasa los límites máximos permitidos establecidos por la Comisión Panameña de Normas Técnicas Industriales “DGNTI – COPANIT 33-2007 para carne de pollo (MICI, 2007) y lo establecido por el Reglamento Técnico Centroamericano, 67.04.50.17 criterios microbiológicos para la inocuidad de los alimentos.

## **CAPITULO V: METODOLOGÍA**

## 5. Metodología

### 5.1. Población, Muestra y Muestreo

#### Población

La población que se utilizó para este estudio fueron 66 establecimientos correspondiente a supermercados, abarroterías, minisuper, carnicerías y otros establecimientos comerciales que se dedican al comercio de alimentos y poseen carnicerías que expenden productos cárnicos de varios tipos, incluyendo carnes de pollo, ubicados en el corregimiento de Las Mañanitas. Estos 66 establecimientos comerciales son el resultado de una búsqueda en la base de datos de la Contraloría General de la República de Panamá y a través de un censo que se realizó por medio de una evaluación visual de la zona, con la cual se verificaba la existencia del establecimiento y si estaba activo comercialmente.

#### Muestra

El tamaño de la muestra ( $n$ ) fue calculado para una población finita de 66 establecimientos comerciales que expenden carnes de pollo en el corregimiento de Las Mañanitas, a fin que los resultados pudiese ser representativos de la población en estudio, para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$n = (N \times Z^2 \times p \times q) / (d^2 \times (N - 1) + Z^2 \times p \times q)$$

Donde:

$n$ = Estimación del tamaño de la muestra

$N$ = Total de la población (66 establecimientos)

$Z$ = 1.96 (Nivel de confianza en este caso 95%)

$d$ = Precisión en este caso utilizamos el 5 % (0.05)

$p$ = proporción esperada de ocurrencia del evento, en este caso 50% = 0.50

$q = \text{proporción de fracaso } (1-p) = 1 - .050 = 0.50$

Reemplazando en la fórmula por cada una de las variables correspondiente, se obtuvo lo siguiente:

$$n = (66 \times [1.96]^2 \times 0.5 \times 0.5) / ([0.05]^2 \times (66 - 1) + [1.96]^2 \times 0.5 \times 0.5)$$

$$n = 56$$

Es decir, que el resultado dio un tamaño de muestra de 56 establecimientos.

### **Tipo de Muestreo**

Para este estudio, se realizó un muestreo aleatorio simple ya que brinda a cada observación potencial de la población (establecimientos), la misma probabilidad de ser seleccionada. (Daly, Bernal, & Herrera, 2017, pág. 331)

Tomar muestra de una población donde cada miembro se puede escoger dos o más veces se denomina muestreo con reemplazo, y tomar muestra de una población donde cada miembro no se puede escoger más de una vez se denomina muestreo sin reemplazo. (Spiegel, Schiller, & Inivasan, 2003, pág. 166)

Al poseer una lista de antemano sobre los establecimientos existentes (el tamaño de la muestra, 56 establecimientos) que ofrecen el servicio de carnicería, se consideró que es una población amplia de estos comercios, lo que conllevaba varios días de muestreo, debido a esto se escoge el muestreo aleatorio simple sin reemplazo. El muestreo aleatorio simple sin reemplazo se escogió también por su fácil y sencilla comprensión y la existencia de paquetes informáticos que ofrecen su rápida elaboración. También se escogió este tipo de muestreo por tener como objetivo específico establecer la presencia de *E. coli* en productos cárnicos de pollo en todos los comercios.

El Muestreo aleatorio simple sin reemplazo se realizó utilizando el software Microsoft Excel. El tamaño de la población de 66 establecimientos se introdujo en una lista y a cada establecimiento se enumeró.

Luego se utilizó la función aleatoria y se utilizó la función jerarquía. Esto dio como resultado una lista aleatoria sin reemplazo, codificando cada establecimiento como E1 , E2 , E3, E4,.....E66. Anexo 4

En la otra columna se generó la función JERARQUIA, devolviendo la jerarquía de un número en una lista de números. La jerarquía de un número es su tamaño en comparación con otros valores de la lista. (<https://support.office.com/es-es/article/jerarquia-funci%C3%B3n-jerarquia-6a2fc49d-1831-4a03-9d8c-c279cf99f723>).

En la función aleatoria, se seleccionó el número, que es el valor aleatorio, y la referencia que es el rango (tamaño del universo de 1 a 66). Ver anexo 5

1. Esta función luego se le hizo una referencia al número de establecimientos que fueron de 1 a 66 en la lista de números aleatorio que se crearon.
2. Esto dió como resultado números aleatorio sin repeticiones.
3. Luego se escogió el número de establecimiento seleccionado y se muestreó dándole el código [E1,E2,E3....E56 (Hasta llegar al tamaño de la muestra)].

Luego de seleccionados los 56 establecimientos, por cada uno de estos se recogió cinco “unidades de muestra, las cuales eran requeridas para realizar el análisis microbiológicos. Estas se eligieron separada e independiente, de acuerdo con las normas nacionales e internacionales referidas para alimentos y bebidas”. (RTCA, 2017)

## **5.2. Búsqueda de muestra, transporte y aplicación de cuestionario**

Las muestras se recolectaron en los establecimientos seleccionados, se realizó tomando en cuenta la cadena de frío, y evitando su contaminación.

1. Se seleccionó el establecimiento según la lista aleatoria.
2. Se aplicó el cuestionario. (ver anexo 1)

3. Se recolectaron 5 piezas de pollo, las cuales fueron colocadas en bolsa de plástico.
4. Se rotuló la muestra con el número de establecimiento y el número de pieza.
5. Se colocó en una nevera con hielo la cual contaba con un termómetro, garantizando la temperatura promedio de 5° a 6° C.
6. Se recolectaban muestras de 3 a 4 establecimientos por día, en horas de la mañana, y se transportaron a Laboratorio Gerardino Medina donde se analizaron.

### **5.3. Procedimiento de Laboratorio**

Los procedimientos de laboratorio realizados tenían como objetivo determinar la presencia de *E. coli*, por lo que se recurrió a la prueba 3M Petrifilm™ Recuentos de *E. coli*/Coliformes (Placa Petrifilm EC), a continuación, el principio de esta prueba comercial.

#### **¿Qué son placas de 3M Petrifilm™ para recuentos de *E. coli*/Coliformes?**

Las placas de Petrifilm 3M, para recuento de *E. coli*/coliforme, es un medio de cultivo comercial listo para su uso, que contiene nutrientes; Rojo Bilis Violeta (VRB) un agente gelificante soluble en agua, un indicador de la actividad glucuronidasa, 5 bromo-4-cloro-3-indolyl-b-D- glucuronido (BCIG) y el indicador tetrazolium que facilita el conteo o enumeración de colonias. Las Placas para el recuento de *E. coli*/Coliforme son utilizados en la industria de alimentos y bebidas. Los componentes de la placa de recuento *E. coli*/Coliforme no están esterilizados, pero si descontaminados. La empresa que fabrica la prueba comercial posee un departamento de microbiología y tiene una certificación de normas de calidad ISO 9001. Estas placas han sido evaluadas bajo los lineamientos de la AOAC, AFNOR y NordVal en los criterios de validación de muestras representativas de las siguientes categorías de alimentos: Vegetales, cárnicos, lácteos y alimentos

procesados. Esta técnica es utilizada para la confirmación de *E. coli* en aves, cárnicos y mariscos.

Esta prueba no es capaz de diferenciar la cepa *E. coli* O157 pudiendo aparecer como parte de los coliformes detectados, igual a otras cepas de *E. coli*. Esta prueba no se usa para diagnóstico para humanos o animales.

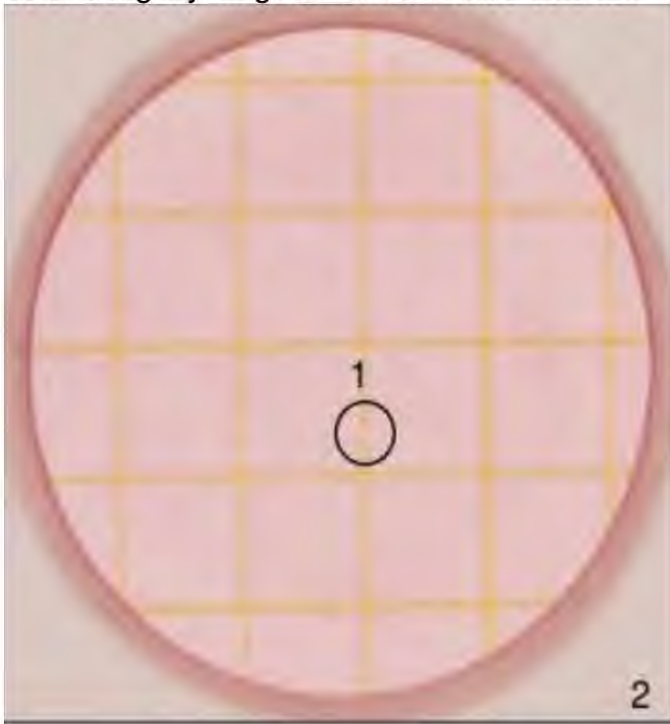
La sección de Bacteriología de los alimentos, de la Dirección Nacional de Salud Animal utiliza esta prueba como parte de su protocolo para la detección de *E. coli* y Coliforme en muestras de alimentos, enjuagues de pollo, hisopados de carcasa y superficie (Método 3M Petrifilm™ Recuentos de *E. coli*/Coliformes AOAC 991.14, AOAC 998.08). También se utilizó el Método<sup>sm</sup> Oficial AOAC (Método de lámina Rehidratable 998.08) para recuento y confirmación de *Escherichia coli* en aves, cárnicos, y mariscos, donde se incuban junto con las placas de Petrifilm para el recuento de *E. coli*/coliforme por  $24 \pm 2$  h a  $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ .

La interpretación de los resultados de las placas de Petrifilm varía dependiendo del método.

1. No crecimiento (ni *E. coli*, ni coliformes)

Se estableció como resultado negativo aquellas placas donde no se observó ningún tipo de colonia, ningún cambio de color del gel. Por ende, no hubo crecimiento. Fig. 3

Fig. 3. Sin Presencia de *E. Coli*. Como se observa, no existe ningún cambio de color del gel y ninguna formación de colonia.



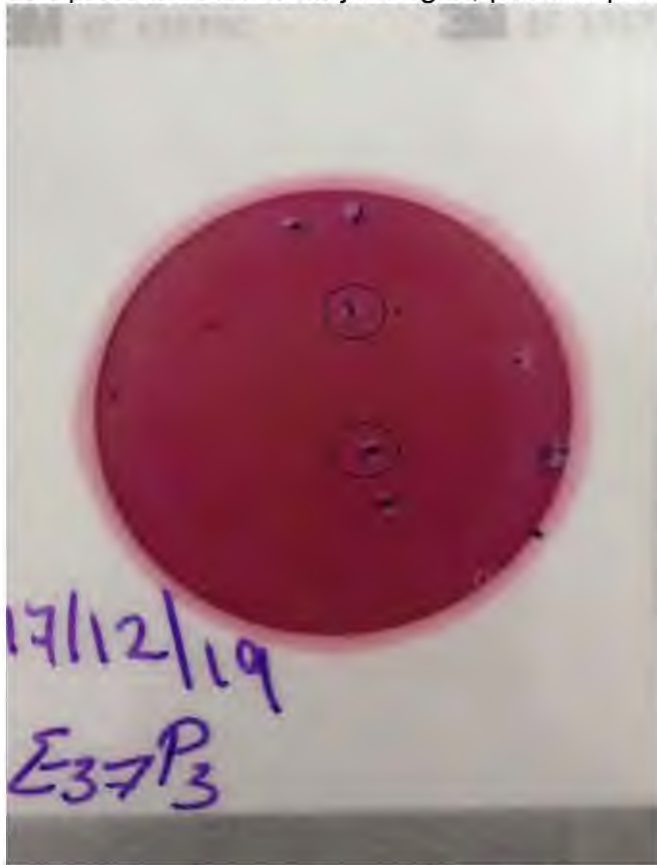
Fuente: Guía de interpretación 3M Placa de Petrifilm para el recuento de *E coli*/ Coliforme.

## 2. Crecimiento de *E. coli*

Se estableció como resultado positivo aquellas placas donde se observó colonias de *E. coli* el cual se reconoció como cualquier crecimiento color azul a rojo- azul, las cuales deben estar acompañadas de burbujas de gas, sin tomar en cuenta la intensidad y el tamaño de la colonia. Fig 4



Fig. 4. Con Presencia de E. coli. Se observa la formación de colonia azulada, con presencia de burbuja de gas, positivo para presencia de E. coli.

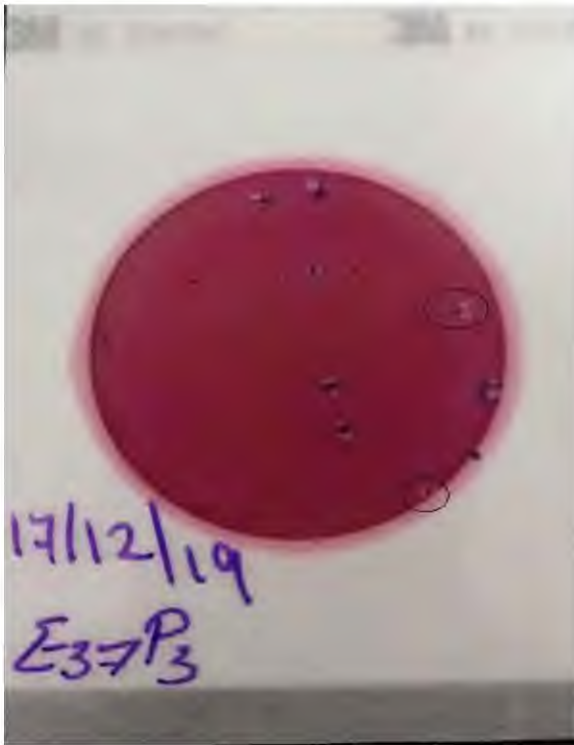


Fuente: Muestra procesada, el 17/12/19, del establecimiento 37. Procesada en la Sección de Bacteriología de los Alimentos, Laboratorio Gerardino Medina.

### 3. Crecimiento de Coliforme

El conteo de colonias de Coliforme se realizó a partir de colonias teñidas de color rojo, las cuales deben estar acompañadas de su burbuja de gas atrapada, confirmando así la presencia de coliformes.

Fig. 5. Con Presencia de Coliformes. Se observa el color rojo y asociada a su burbuja de gas, lo que confirma presencia de coliformes.



Fuente: Muestra procesada el 17/12/19, del establecimiento 37. Procesada en la Sección de Bacteriología de los Alimentos, Laboratorio Gerardino Medina.

4. Toda colonia que no estuviese asociada a la presencia de gas no fue considerada como colonia positiva.
5. Todo conteo se hizo en un período de 1 hora y su almacenamiento se realizó en un congelador, a temperatura de  $-10^{\circ}\text{C}$  para su uso posterior en caso de que fuera necesario.

### 5.3.1. Medios para la Utilización de Petrifilm

Para la utilización de los petrifilm existen medios utilizados en el laboratorio, los utilizados en el Laboratorio Gerardino Medino son solución madre o stock de Fosfato de Butterfield, Tryptic Soy Broth sus siglas en ingles, en español es caldo de soja trípica es un medio nutritivo que favorece el crecimiento de una amplia

variedad de microorganismos, en especial las bacterias anaerobias facultativas y aerobias comunes. Solución salina concentración isotónica de cloruro de sodio (NaCl).

**Preparación de medios, controles y pruebas de Petrifilm de *E. coli*/coliforme.**

**1. Preparación de Medios Butterfield**

**Materiales**

- Solución Stock.
- Agua destilada.
- Micropipeta.
- Puntas.
- Potenciómetro.
- Solución de HCL.
- Solución de NaOH.

**Preparación de la solución stock de Fosfato de Butterfield**

Procedimiento:

Para preparar el medio de solución stock se realizó lo siguiente:

Solución Stock: disolver 34g  $\text{KH}_2\text{PO}_2$  en 500 ml agua destilada.

Ajustar a PH 7,2 con aproximadamente 175 ml de NaOH a 1 N, y diluido para un litro. (FDA, 2013).

## **Preparación del medio de Fosfato de Butterfield**

Procedimiento:

1. La fórmula del Butterfield es de 1.25 ml de solución Stock diluida en 1,000 ml de agua destilada y se revuelve con un vortex.
2. Luego de realizar la dilución de solución stock + agua destilada, a esta solución se midió el pH con un potenciómetro digital, ajustándose hasta llegar a un pH de 7.2, utilizando soluciones ácidas o soluciones básicas:
  - a) pH < 7.2: se agrega NaOH (hidróxido de Sodio) con una micropipeta (agregando entre 100 a 400  $\mu$ l).
  - b) pH > 7.2: Se agrega HCl (ácido clorhídrico) con una micropipeta (agregando entre de 100 a 400  $\mu$ l).
3. Una vez ajustado el pH, se colocó en la autoclave, para su esterilización eliminando cualquiera contaminación, a temperaturas de 121°C a 15 libras de presión por 15 minutos.
4. Se rotularon con el número de lote y la fecha de fabricación.
5. Para su almacenamiento se refrigeró o se mantuvo a temperatura ambiente, alcanzando un período de vida de 3 meses aproximadamente.

## **2. Preparación de Controles**

### **2.1. Control de Fosfato De Butterfield (Control Negativo)**

#### **Materiales**

- Micropipeta.
- Placa de Petrifilm.
- Fosfato de Butterfield.
- Caja Porta Placas.
- Rotulador.

**Procedimiento:**

1. Se rotuló el Petrifilm indicando la fecha y el contenido (Fosfato de Butterfield).
2. Con la micropipeta se aspiró 1 ml del medio fosfato de Butterfield.
3. Se sirvió ese ml en la placa de petrifilm.
4. Se deslizó suavemente el papel protector.
5. Se colocó donde se apilan las placas.

**2.2. Control Positivo****a. Siembra de Caldo****Materiales**

- Guantes.
- Aplicador de madera.
- Cultivo de *E. coli*.
- Rotulador.

TSB (Tryptic Soy Broth) medio caldo.

**Procedimiento**

1. Se hizo un hisopado del cultivo de *E. coli* facilitado por el laboratorio, con un aplicador de madera.
2. Se sembró ese hisopado en la solución de TSB.
3. Se rotuló el tubo de ensayo de TSB con la fecha.
4. Se colocó la solución de TSB sembrado en la incubadora de 35°C a 36°C por 24 horas.
5. Si la solución se torna turbia se considera que se debe al crecimiento bacteriano.

## b. Prueba de turbidez

### Materiales

- Guantes.
- Micropipetas.
- Ticks o puntas.
- Caldo de *E. coli* (TSB).
- Referencia de turbidez.
- Vial de solución salina.
- Tubo de Mcfarlan.

### Procedimiento:

1. Del tubo del caldo de *E. coli* preparado el día anterior (24 horas antes) se aspiró de 100  $\mu$ l a 200  $\mu$ l con una micropipeta.
2. Se depositó en un vial de solución salina de 1 ml y se agitó.
3. Luego se comparó la turbidez entre el vial y el tubo de Mcfarlan con 0.5 de turbidez usando la luz natural y un fondo blanco con líneas negras utilizado solo y exclusivo para observar la turbidez de manera visual.
4. Si la turbidez era menor a la del tubo de Mcfarlan, entonces se adiciona nuevamente de 100  $\mu$ l a 200  $\mu$ l y se compara nuevamente.
5. Esto se repitió cuantas veces fue necesario hasta obtener una turbidez igual a la de Mcfarlan.
6. Si la turbidez era mayor a la vista del experimentador entonces se repitía todo con otro vial de solución salina.
7. Una vez obtenida una turbidez igual a la del tubo de Mcfarlan, se entiende que la solución poseía  $10^8$  UFC.

### c. Disoluciones

#### Materiales

- Gradilla.
- 6 tubos de ensayo para dilución.
- Puntas.
- Micropipeta.
- Vial con solución de *E. Coli*  $10^8$  UFC/ml.
- Rotulador.

#### Procedimiento:

1. Se aspiró del vial de solución salina con  $10^8$  UFC de *E. coli*, 1 ml con la micropipeta y luego se vertió en el tubo con 9 ml de Fosfato de Butterfield y se revolvió (aspirado y vaciado 5 veces), se descartó la punta, y se rotuló este tubo como  $10^{-1}$ . Este tubo se agitó 25 veces. Luego se colocó en una gradilla.
2. Con una pipeta nueva se aspiró del primer tubo (rotulado  $10^{-1}$ ), 1 ml y se vertió en un tubo de 9 ml de fosfato de Butterfield y se revolvió (aspirado y vaciado 5 veces), descartando la punta. Este fue el segundo tubo y rotulado como  $10^{-2}$ . Luego se agitó 25 veces y colocándose en la gradilla luego se coloca una punta nueva en la micropipeta. Se realizó el mismo procedimiento hasta llegar a la disolución  $10^{-6}$ . Realizado esto se pudo inocular y su crecimiento se pudo leer.

#### **d. Inoculado**

##### **Materiales**

- Petrifilm.
- Micropipeta.
- Puntas.
- Sexto tubo de dilución.

##### **Procedimiento:**

1. Se aspiró 1 ml del tubo con la dilución  $10^{-6}$  luego se inoculó en un Petrifilm, levantando el papel protector y dejándolo caer difundiendo el ml en el Petrifilm.
2. Se colocó el Petrifilm inoculado en la caja porta Petrifilm.

#### **d. Incubación**

##### **Materiales**

Caja porta Petrifilm.

Petrifilm.

Cámara de incubación.

##### **Procedimiento:**

Se colocaron los Petrifilm en la cámara de incubación por 24 horas.

#### **e. La lectura**

La lectura de *E. coli* se hizo reconociendo cualquier crecimiento color azul a rojo- azul, las cuales debían estar acompañadas de burbujas de gas.



### **3. Procedimiento de Muestras**

#### **3.1. Preparación de muestras**

##### **a. Pesado de muestra**

##### **Materiales**

- Guantes.
- Pinza.
- Mango bisturí.
- Bisturí # 22.
- Bandeja Estéril.
- Balanza.

##### **Procedimiento:**

1. En la bandeja estéril se colocó la pieza de carne de pollo con su bolsa plástica.
2. Se obtuvieron pedazos pequeños de carne de pollo, con bisturí estéril y pinza, para obtener 25 g medido con una balanza y colocándolas en una bolsa plástica estéril.
3. La piel y superficie de las piezas de pollo fueron las partes mayormente escogidas debido a que son donde mayor contacto se dá con objetos y utensilios contaminados.
4. Se rotuló la bolsa de plástico estéril con el código de establecimientos y número de pieza.

## **b. Enjuagado**

### **Materiales**

- 25 g de la pieza muestra.
- Probeta de 500 ml.
- Solución Fosfato de Butterfield (Botella de 1 L).
- Stomacher.

### **Procedimiento:**

1. Se colocarán 225 ml de Butterfield en una probeta.
2. Se vertieron 225 ml de la probeta a la bolsa estéril que contenía 25 g de pollo.
3. Se colocó la bolsa estéril (25 g de pollo + 225 ml de Butterfield en un Stomacher por 2 minutos a 60 rpm).
4. Luego se agitó la bolsa unas 25 veces.

### **Incubación de la muestra**

#### **Materiales**

- Guantes.
- Pilotos (Rotulador).
- Petrifilm.
- Micropipeta.
- Alcohol.
- Papel toalla.
- Cámara de flujo.
- Tick o puntas de micropipetas.
- Caja porta Petrifilm.
- Petrifilm.
- Cámara de incubación.
- Caja de plástico para apilar petrifilm.

**Procedimiento:**

1. Se rotularon los Petrifilm por código de establecimiento, número de pieza y fecha de muestreo.
2. Con una micropipeta se aspiró 1 ml de la bolsa estéril (enjuagado) donde no hubieran brusca, ni espuma.
3. Luego ese ml de aspirado se vertió en el Petrifilm, levantando el papel protector, inoculando el ml y dejando caer el papel protector suavemente.
4. Se esperó a que se distribuyera el ml inoculado en la placa.
5. Se colocó en una caja de plástico todos los Petrifilm inoculados.
6. Se colocó la caja de plástico con los Petrifilm en la cámara de incubación, por 24 horas a 35 °C.

**5.4. Aplicación de Encuesta en los Establecimientos (cuestionario)**

La información que se recolectó en el cuestionario fue sobre las BPH realizadas por los operarios en el despacho de carnes y el estado físico de la carnicería, la información obtenida pretendía conocer el grado de cumplimiento de las BPH y el cumplimiento de las normas sobre expendio de carnes y aplicación de los SOPP. Las preguntas de esta encuesta fueron orientadas a los establecimientos y a los operarios y fue basada en el Decreto Ejecutivo 352 del 10 de octubre del 2010, Que Reglamenta la aplicación obligatoria de los Procedimientos Estandarizados de las Operaciones de Limpieza y Desinfección, las Buenas Prácticas de Manufactura y el Sistema de Análisis de Peligros y Control de Puntos Críticos, en las plantas y establecimientos que sacrifican animales de abasto, procesan, transforman, distribuyen y expenden productos cárnicos, lácteos pesqueros, huevos y productos diversos para consumo humano (Gaceta Oficial, 2001); el cual tuvo una modificación por el Decreto Ejecutivo 83 del 31 de marzo del 2003, además se basó también en el Decreto Ejecutivo 333 del 12 de agosto 1997, que Reglamenta Sanitariamente el Expendio de Carnes y Productos Cárnicos en los

distintos establecimientos del país y se dictan otras disposiciones de carácter sanitario. Otro documento utilizado fue: Capacitación en Higiene para Manipuladores de Alimentos Guía Metodológica y Práctica, de mayo del 2011, el cual establece conceptos de buenas prácticas para manipuladores de alimentos (Ministerio de Salud, 2011). Estos documentos fueron utilizados para generar preguntas las cuales fueron aplicadas a los manipuladores de alimentos de los establecimientos comerciales que expenden carnes de pollo en el corregimiento de Las Mañanitas.

Inicialmente, el cuestionario fue evaluado por un especialista en estadística, aplicandose una prueba piloto en 5 establecimientos, para conocer su fácil entendimiento y su efectividad en la obtención de la información.

El cuestionario realizado constaba de 25 preguntas basadas en los documentos mencionados anteriormente, todos relacionados a buenas prácticas de manufactura (Anexo 2 Cuestionario). Se aplicaron un total de 56 cuestionarios.

### **Procesamiento de Datos**

Los datos obtenidos en el procesamiento de las muestras de cada establecimiento y de la encuesta aplicada fueron agrupados en una sola base de datos de Excel.

A cada establecimiento se le asignó un código por lo que la base de datos constaba de 56 códigos que representó a cada uno de los establecimientos muestreado en el estudio (Anexo 1).

Con el resultado de laboratorio, se obtuvo la prevalencia puntual (PP) con las siguientes fórmulas:

$$PP = C/N$$

PP = Prevalencia de casos con presencia de *E. coli*, que sobrepasan los límites máximos determinados por la Norma.

C = Es igual al número de casos con presencia de *E. coli*, que sobrepasan los

límites máximos determinados por la Norma.

N = Es la población encuestada (56 establecimientos)

La prevalencia nos dió la proporción de establecimientos que tenían la presencia de *E. coli*.

Luego, con la base de datos se utilizó algunos algoritmos de Excel, tales como el filtrado, ordenamiento de datos, fórmulas matemáticas; con el propósito de crear los modelos estadísticos utilizados en este trabajo, tales como:

- a) Prevalencia puntual (PP).
- b) Riesgo relativo (RR).

Para comprobar la existencia de una relación entre los resultados de laboratorio y el cuestionario se utilizó un análisis de asociación cruzado (resultados de las muestras con el cuestionario) el cual analizó el grado de asociación que existe entre la presencia de *E. coli* (resultados de las muestras) y cierta exposición referidas a la situación negativa a las buenas prácticas de manipulación de una determinada variable. El modelo estadístico de análisis de asociación cruzada que se utilizó fue el Riesgo relativo.

“A diferencia de las llamadas pruebas de significancia estadística, útiles porque determinan la presencia de una asociación entre dos variables, la epidemiología propone el uso de las medidas básicas que certifican la fuerza de asociación: El Riesgo Relativo y la OR ( OR proviene del inglés odd ratio)”. (Salud, Organización Panamericana de la, 2002)

El Riesgo Relativo como medida de fuerza de asociación se obtiene a partir de los estudios de cohorte ya que su diseño nos permite calcular la incidencia de la enfermedad en ambos grupos (presencia o no de *E. coli*), el riesgo relativo es una razón de incidencia, o sea el cociente entre la incidencia de enfermedad (presencia de *E. coli*) en los expuesto y la incidencia en los no expuesto al supuesto factor de riesgo, es decir:

$$\text{Riesgo Relativo} = \frac{\text{Incidencia en expuesto}}{\text{Incidencia en no expuesto}}$$

Para ello se utilizó la tradicional tabla 2 X 2 empleada en epidemiología, (Cuadro IV) para lo cual se hizo el análisis en base al siguiente indicador de Riesgo Relativo (RR) Ejemplo:

CUADRO IV. EJEMPLO DE TABLA 2x2

Tabla 2x2

Detalle	Presencia	Ausencia	Total
Expuesto	A	B	a+b
No expuesto	C	D	c+d

Fuente: El autor

Por ello el cálculo del riesgo relativo (RR), se hizo mediante la fórmula:

$$RR = \frac{a/a+b}{c/c+d}$$

$$RR = \frac{\text{Incidencia en expuesto}}{\text{Incidencia en no expuesto}}$$

Interpretación de RR:

- RR = 1 significa que la prevalencia de *E. coli* fue igual en los establecimientos expuestos y no expuestos. Ausencia de asociación entre exposición y enfermedad
- RR > 1 significa que la prevalencia de *E. coli* fue mayor en los establecimientos expuestos que en los no expuestos. Indica mayor riesgo en los expuestos.
- RR < 1 significa que la prevalencia de *E. coli* fue mayor en los establecimientos no expuestos que en los expuestos. Menor riesgo en los expuesto.

# **CAPITULO VI: RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## 6. RESULTADOS

### 6.1. Resultado de laboratorio sobre la presencia de *E. coli*

Del total de establecimientos seleccionados y de las muestras obtenidas por establecimiento (5 muestras), se obtuvo un total de 280 muestras de análisis.

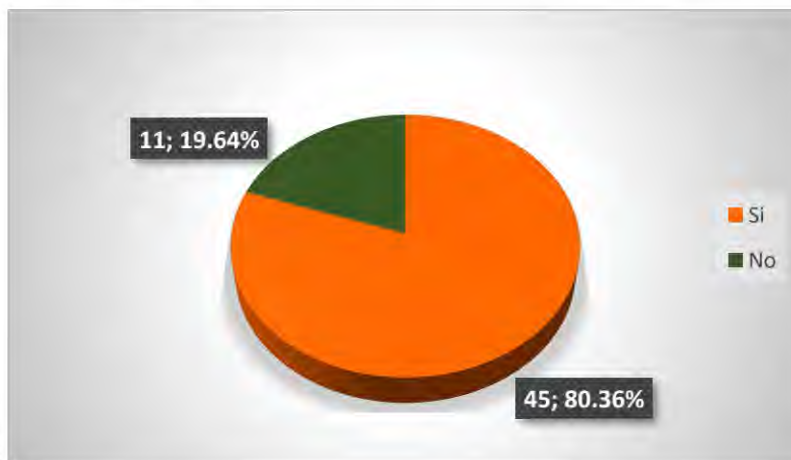
Del total de 56 establecimientos se confirmó la presencia de *E. coli* en 45 (80.36%) establecimientos, encontrándose ausentes de *E. coli* en 11 (19.64%). (Ver Cuadro V, Fig. 6).

CUADRO V. NUMERO DE ESTABLECIMIENTOS CON PRESENCIA O NO DE *E. coli*

Presencia	Numero de establecimiento	Porcentaje
Si	45	80,36
No	11	19,64
Total	56	100,00

Fuente: El Autor

Fig. 6. Gráfico. Número y porcentaje de establecimientos con presencia ausencia de *E. Coli*



Fuente: El Autor



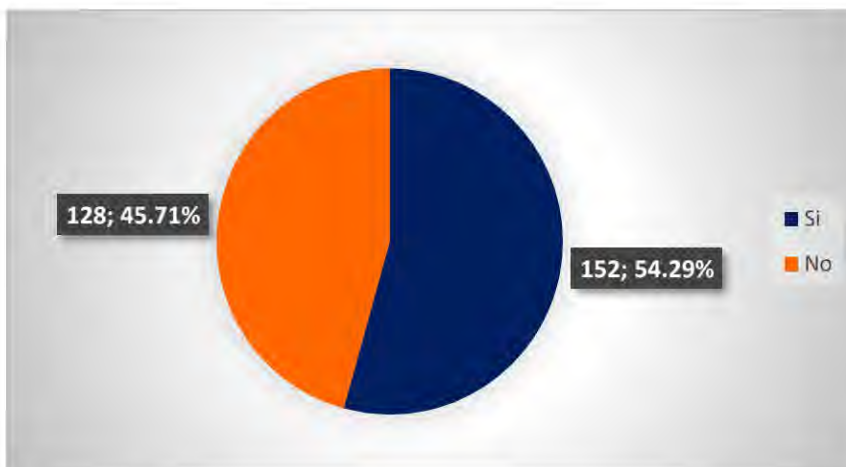
De las 280 muestras analizadas, se determinó la presencia de *E. coli* en 152 (54.29%), estando ausente en 128 (45.71%) (Ver Cuadro VI, Fig 7).

CUADRO VI. NÚMERO DE MUESTRAS ANALIZADAS PARA LA DETECCIÓN DE *E. COLI*

<i>E. coli</i>	Número de analisis	Porcentaje
Presente	152	54.29
Ausente	128	45.71
Total	280	100.00

Fuente: El Autor

Fig. 7. Gráfico Porcentaje del número de muestras analizadas con presencia o no de *E. coli*.



Fuente: El Autor

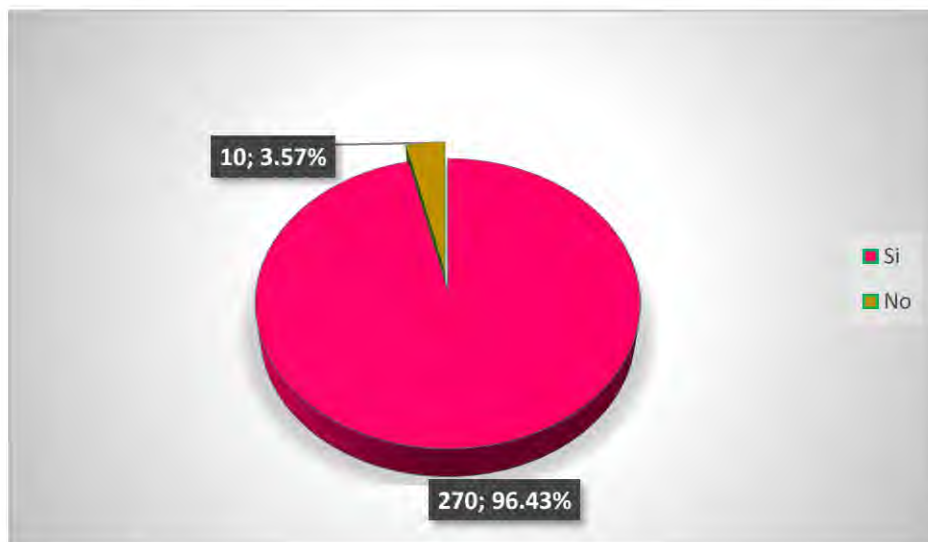
Además de la presencia de *E. coli*, se analizó la presencia de coliformes, encontrándose en el 100% de los establecimientos; y en 270 (96.43%) tenían presencia de coliforme, encontrándose ausente solo en 10 (3.57%) (Ver Cuadro VII, Fig. 8).

## CUADRO VII. RESULTADO DE PRESENCIA DE COLIFORMES

Coliforme	Establecimientos		Unidades de Muestras Analizadas	
	Número de análisis	Porcentaje	Número de análisis	Porcentaje
Presente	56	100.00	270	96.43
Ausente	0	0.00	10	3.57
Total	56	100.00	280	100.00

Fuente: El Autor

Fig. 8. Gráfico. Porcentaje del número de muestras con presencia y ausencia de Coliformes.



Fuente: El Autor

## 6.2. Resultado sobre el numero de UFC de *E. coli*

Al determinar la cantidad de UFC en las muestras analizadas, los resultados de laboratorio permitieron establecer comparaciones con los límites máximos establecidos por las diferentes normas que rigen sobre el tema.

CUADRO VIII. NÚMERO DE ESTABLECIMIENTOS SEGÚN EL RANGO DE UFC

Rango de UFC	Número de establecimientos	Porcentaje
0	11	19,64
1-10	26	46,43
11-100	19	33,93
101-1000	0	0,00
Total	56	100,00

Fuente: El autor

CUADRO IX VALORES DE UFC OBTENIDOS Y EL REGLAMENTO TÉCNICOS DGNTI-COPANIT 33-2007 PARA *E. COLI*

Valores Microbiológicos para pollo	Establecimientos	Porcentaje
$\leq 10^3$ UFC/g	56	100
$> 10^3$ UFC/g	0	0
Total	56	100

Fuente: El Autor

CUADRO X. VALORES DE UFC OBTENIDOS Y EL REGLAMENTO TÉCNICO CENTROAMERICANO PARA *E. COLI*

Clase	Muestra	Porcentaje
Valores aceptables: $m < 10^2$ UFC/g	56	100
Valores Medianamente aceptables: $10^2 < c < 10^3$	0	0
Valores Rechazable: $M > 10^3$ UFC/g	0	0
Total	56	100

Fuente: El Autor

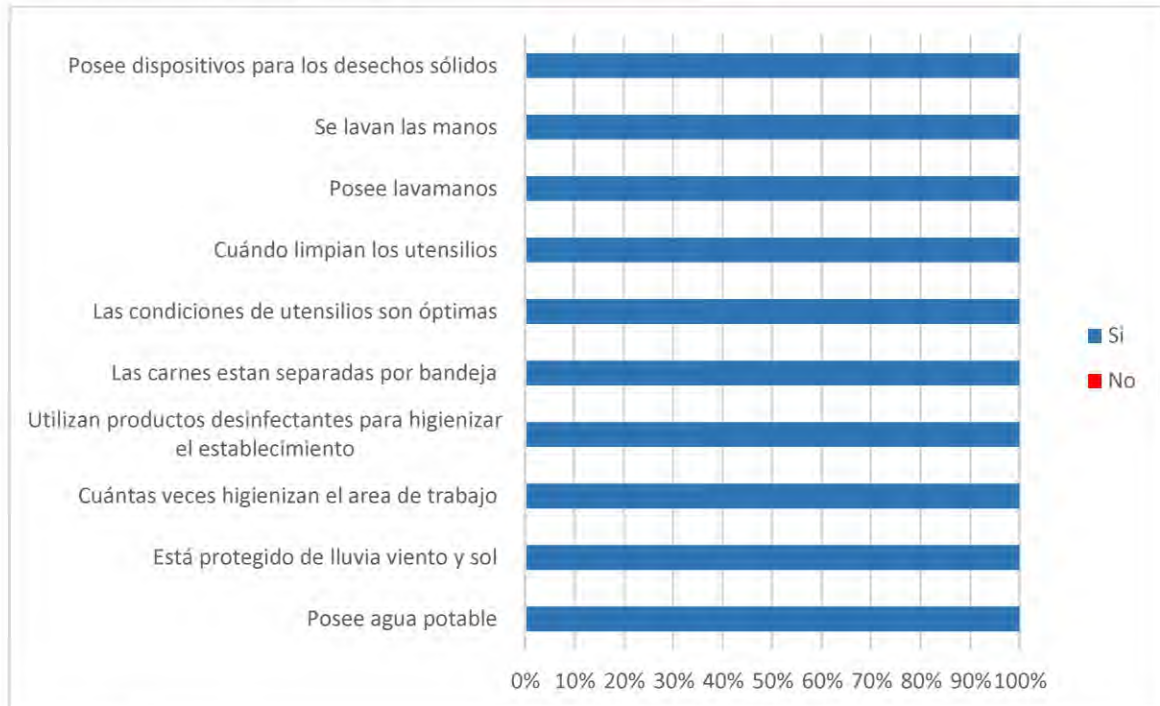
Ninguna colonia sobrepaso mas de 100 UFC, la mayor parte se encontraba entre 1 a 10 UFC (46.43 % de las colonias). De acuerdo a los normas tomadas de referencia en este trabajo ninguna sobrepasa los limites máximos permitidos (norma RTCA y DGNTI-COPANIT 33-2007)

### 6.3. Variables obtenidas a través del Cuestionario

Las variables identificadas a través del cuestionario, permitieron obtener información sobre el grado de cumplimiento de las BPM y SSOP en los establecimientos, encontrándose que hay variables que se cumplen en el 100% de los establecimientos, luego las variables que se cumplen entre el 50% al 99 % de los establecimientos y por último las variables que se cumplen en menos del 50% de los establecimientos .

Las variables que se cumplen con las BPM y SSOP en el 100% de los establecimientos fueron aquellas reflejadas en la Fig. 9.

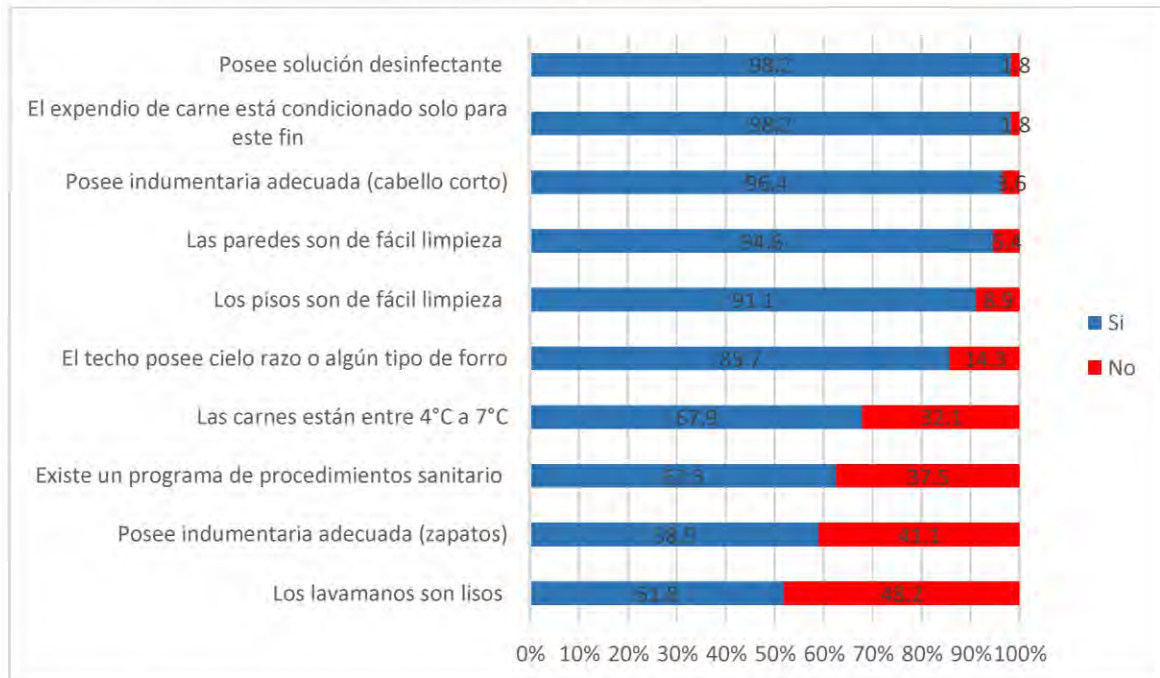
Fig. 9. Gráfico. Variables que se cumplen en el 100% de los establecimientos respecto a las BPM y SSOP.



Fuente: El Autor

Las variables que cumplen con las BPM y SSOP entre el 50% y el 99% de los establecimientos fueron aquellas reflejadas en la Fig. 10.

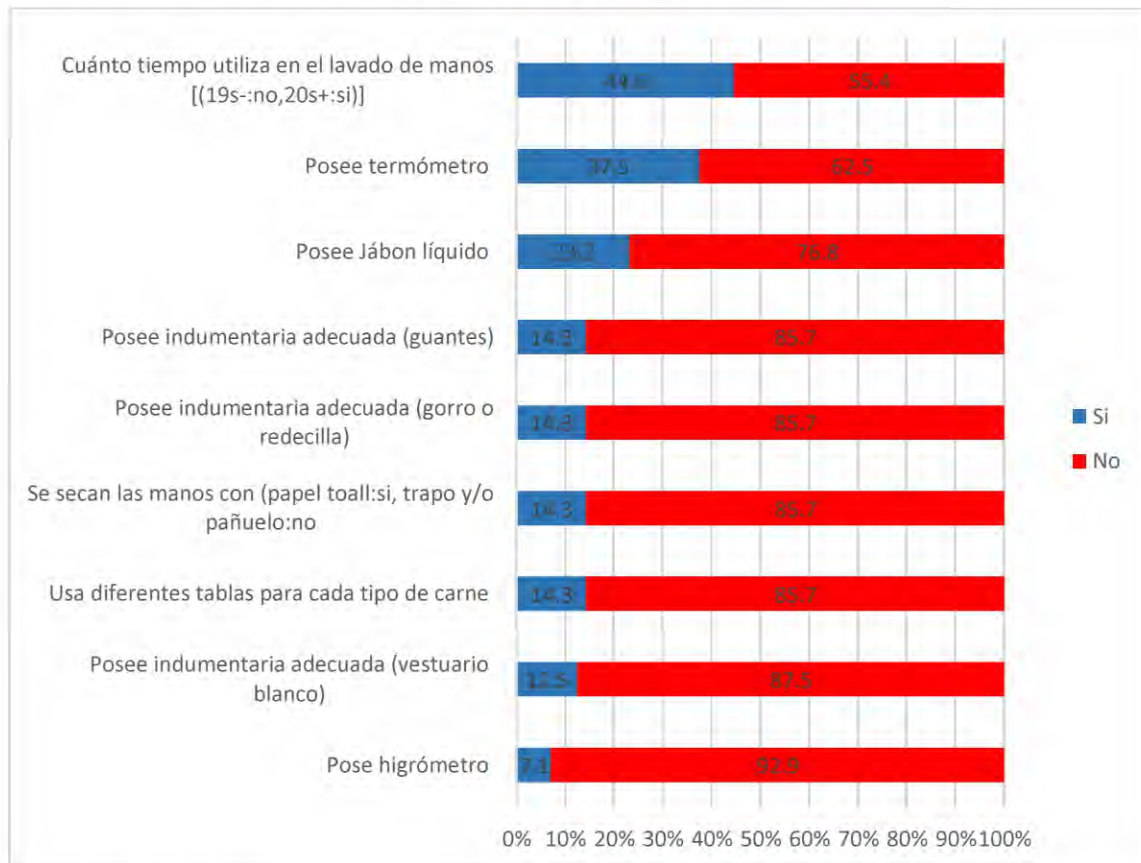
Fig. 10. Gráfico. Variables que se cumplen entre el 50% y el 99% de los establecimientos respecto a las BPM y SSOP.



Fuente: El Autor

Las variables reflejadas en la Fig. 11, se pudo observar que mas del 50% de los establecimientos no cumplían específicamente con ciertas normas establecidas de BPM y SSOP.

Fig. 11. Gráfico. Variables que se cumplen menos del 50% de los establecimientos respecto a las BPM y SSOP.



Fuente: El Autor

**6.4. Resultado de la relación entre la presencia de *E. coli* y el cumplimiento inadecuado de Buenas Practica de Manufactura (BPM) y Procedimiento Estandarizados de Sanitización (POES).**

En la tabla 2x2 que se utilizó para el análisis en base a el riesgo relativo (RR), el cual se hizo con las variables que marcaron por debajo del 50% de su cumplimiento respecto a la norma, y los resultados que arrojaron algún tipo de asociación fueron los siguientes:

**CUADRO XI. ANÁLISIS CRUZADO UTILIZANDO RIESGO RELATIVO USA DIFERENTES TABLAS PARA CADA TIPO DE CARNE**

Usa diferentes tablas para cada tipo de carne	Presencia o no de <i>E. coli</i>		Total
	Si	No	
Sin diferentes tablas	38	10	48
Con diferentes tablas	7	1	8
Total	45	11	56

a	38
c	7
a+b	48
c+d	8
a/a+b	0.791667
c/c+d	0.875
Riesgo Relativo	0.90



CUADRO XII. ANÁLISIS CRUZADO UTILIZANDO RIESGO RELATIVO EN LA VARIABLE POSEE JABON LIQUIDO

Posee jabon liquido	Presencia o no de E. coli		Total
	Si	No	
Sin Jabon liquido	35	8	43
Con Jabon liquido	10	3	13
Total	45	11	56

a	35
c	10
a+b	43
c+d	13
a/a+b	0.813953
c/c+d	0.769231
Riesgo Relativo	1.06

CUADRO XIII. ANÁLISIS CRUZADO UTILIZANDO RIESGO RELATIVO EN LA VARIABLE TIEMPO EN EL LAVADO DE MANOS

Tiempo en el lavado de manos	Presencia o no de E. coli		Total
	Si	No	
19 s o -	23	8	31
20 s o +	22	3	25
Total	45	11	56

a	23
c	22
a+b	31
c+d	25
a/a+b	0.741935484
c/c+d	0.88
Riesgo Relativo	0.84

CUADRO XIV. ANÁLISIS CRUZADO UTILIZANDO RIESGO RELATIVO EN LA VARIABLE S E SECAN LAS MANOS CON (PAPEL TOALLA:SI, TRAPO Y/O PAÑUELO:NO)

Se secan las manos con (papel toalla:si, trapo y/o pañuelo:no)	Presencia o no de E. coli		Total
	Si	No	
Sin papel toalla	39	9	48
Con papel toalla	6	2	8
Total	45	11	56

a	39
c	6
a+b	48
c+d	8
a/a+b	0.8125
c/c+d	0.75
Riesgo Relativo	1.08

CUADRO XV. ANÁLISIS CRUZADO UTILIZANDO RIESGO RELATIVO EN LA VARIABLE POSEE INDUMENTARIA ADECUADA (VESTUARIO BLANCO)

Posee indumentaria adecuada (vestuario blanco)	Presencia o no de E. coli		Total
	Si	No	
Sin Blanco	40	9	49
Con blanco	5	2	7
Total	45	11	56

a	40
c	5
a+b	49
c+d	7
a/a+b	0.816327
c/c+d	0.714286
Riesgo Relativo	1.142857

CUADRO XVI. ANÁLISIS CRUZADO UTILIZANDO RIESGO RELATIVO EN LA VARIABLE POSEE REDECILLA

Posee redecilla	Presencia o no de E. coli		Total
	Si	No	
Sin redecilla	39	9	48
Con redecilla	6	2	8
Total	45	11	56

a	39
c	6
a+b	48
c+d	8
a/a+b	0.8125
c/c+d	0.75
Riesgo Relativo	1.08

CUADRO XVII. ANÁLISIS CRUZADO UTILIZANDO RIESGO RELATIVO EN LA VARIABLE POSEE GUANTES

Posee Guantes	Presencia o no de E. coli		Total
	Si	No	
Sin guantes	39	9	48
Con guantes	6	2	8
Total	45	11	56

a	39
c	6
a+b	48
c+d	8
a/a+b	0.8125
c/c+d	0.75
Riesgo Relativo	1.08

CUADRO XVIII. ANÁLISIS CRUZADO UTILIZANDO RIESGO RELATIVO EN LA VARIABLE POSEE TERMÓMETRO

Posee Termómetro	Presencia o no de E. coli		Total
	Si	No	
Sin termómetro	29	6	35
Con termómetro	16	5	21
Total	45	11	56

a	29
c	16
a+b	35
c+d	21
a/a+b	0.828571
c/c+d	0.761905
Riesgo Relativo	1.0875

CUADRO XIX. ANÁLISIS CRUZADO UTILIZANDO RIESGO RELATIVO EN LA VARIABLE POSEE HIGROMETRO

Posee higrometro	Presencia o no de E. coli		Total
	Si	No	
Sin higrometro	42	10	52
Con higrometro	3	1	4
Total	45	11	56

a	42
c	3
a+b	52
c+d	4
a/a+b	0.807692308
c/c+d	0.75
Riesgo Relativo	1.076923077

En el siguiente cuadro se establece el riesgo relativo de las variables por debajo del 50% de cumplimiento de la Buenas Prácticas de Higiene:

CUADRO XX.RESULTADO DE RIESGO RELATIVO DE VARIABLES POR DEBAJO DEL 50% DE CUMPLIMIENTO

Nº/P	Detalle de la pregunta	Riesgo Relativo
11	¿Usa diferentes tablas para cada tipo de carne?	0.90
15	¿Posee Jabón líquido?	1.06
19	¿Cuánto tiempo utiliza en el lavado de manos [(19s-:no,20s+:si)]?	0.84
20	¿Se secan las manos con (papel toall:si, trapo y/o pañuelo:no)?	1.08
21.1.	¿Posee indumentaria adecuada (vestuario blanco)?	1.14
21.2	¿Posee indumentaria adecuada (gorro o redecilla)?	1.08
21.5	¿Posee indumentaria adecuada (guantes)?	1.08
23	¿Posee termómetro?	1.08
24	¿Posee higrómetro?	1.07

Fuente: El Autor

## 7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El estudio realizado tuvo como objetivo establecer la presencia de *E. coli* en muestras procedentes de carnes de pollos recogidas directamente en mercados de expendio al consumidor. Las muestras fueron procesadas en el laboratorio Gerardino Medina, sección de Bacteriología de los Alimentos, en la Dirección de Sanidad Animal del MIDA.

Del total de 56 establecimientos se confirmó la presencia de *E. coli* en 80,36%. Estudios en países o regiones establecieron presencia de *E. coli* en porcentajes tales como: Colombia 60%, Washington 38%, Tailandia 25%, Salvador 14%, Corea del Sur 4%. Otros estudios de otras regiones ofrecen resultados en porcentaje mas altos (mas del 70%) de presencia de *E. coli* tales como Turquía con un 87% de presencia de *E. coli*, Ghana con 80% y Brasil con 73% es decir

que estos estudios arrojan resultados muy parecidos a los encontrados en este estudio.

Para cada establecimientos se analizaron 5 muestras, confirmando la presencia de *E. coli* en 54.29%. Los porcentajes de presencia de *E. coli* ya sea en los establecimientos (80,36%) o en el total de las muestras analizadas (54.29%) de carne de pollo nos indican que existe contaminación con este agente infeccioso. Además el resultado del cuestionario referente a las BPM y SSOP indican que de las 29 variables investigadas solo 10 se cumplen en el 100% del los establecimientos. Por lo que es necesario tomar en cuenta al momento de establecer los programas de vigilancia microbiológicas y capacitación en el manejo de las BPM y SSOP a los involucrados en las fases de expendio de carne como último eslabón de la cadena de comercialización vinculada directamente al consumidor.

Al comparar los resultados con los valores de referencia en Panamá nos indican que, a pesar que se encontró presencia de *E. coli* en las muestras, todos los valores están dentro de los límites máximos bacterianos permitidos según se establece en el Reglamento Técnico de DGNTI - COPANIT 33-2007 (MICI, 2007) que indica que para carne de pollo los valores igual o por debajo de  $10^3$  UFC/g se consideran sin riesgo para la salud, por lo que este sería el límite máximo bacteriano permitido en la República de Panamá. Esto indica que a pesar de la presencia de *E. Coli* en un alto porcentaje de las muestra de carne de pollo analizadas, en ningún caso estos alimentos representan un riesgo para los consumidores panameños, pues el recuento de las UFC se mantuvieron por debajo de  $10^3$  UFC.

Igualmente todos los valores están dentro de los límites máximos bacterianos permitidos según se establecen en el Reglamento Técnico Centroamericano ya que el recuento de las UFC se mantuvieron por debajo  $10^3$  ufc (umbral de rechazo) y en ningún establecimientos se encontró 2 o mas muestras con recuentos por encima de  $10^2$ . Esto nos indica que si Panamá aplicase esta norma, igualmente

los resultados demuestran que estos alimentos en ningún caso representa riesgo para los consumidores panameños. En cambio un estudio parecido realizado en Turquía reflejó que el grado de contaminación excedía los límites máximos de *E. coli* ( $1.0 \times 10^2$ ) según el código alimentario de Turquía.

Por lo anterior expuesto, se rechaza la hipótesis establecida en este trabajo ya que en ninguna de las muestras analizadas sobrepasaron los valores de límite máximo establecidos en el Reglamento Técnico de DGNTI - COPANIT 33-2007 para carne de pollo, o en el Reglamento Técnico Centroamericano 67.04.50.17 "Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos". Por lo tanto, los valores obtenidos de las pruebas laboratoriales de los establecimientos están dentro de los límites máximos permitidos, tanto en la norma panameña establecida por DGNTI – COPANIT 33-2007 como en la norma centroamericana RTCA 67.04.50.17.

Al tabular cada una de las variables obtenidas a través del cuestionario aplicado, el resultado arrojó que el grado de cumplimiento de las normas de las Buenas Prácticas de Manufacturas y Procedimientos Estandarizados de Sanitización no es satisfactoria, ya que en un importante número de variables (preguntas), referidas a las normas, no se cumplieron en un gran número de establecimientos. Sólo en 10 variables se cumplieron en el 100% de los establecimientos, en otras 10 variables cumplieron del 51.8% al 98.2% de los establecimientos, y por último en 9 variables solo el 7.1% al 44.6% de los establecimientos cumplieron con la norma. Las variables que identificaron el menor grado de cumplimiento de las normas en los establecimientos fueron las siguientes: Posee higrómetro 7.1% cumplía, uso de vestuario blanco 12.5% cumplía, uso de tablas distintas para cada tipo de carne 14.3% cumplía, se secan las manos, siendo el trapo y el pañuelo 14.3% cumplía, uso de gorro o reddecilla 14.3% cumplía, uso de guantes 14.3% cumplía.

Cabe destacar que el conocimiento del grado de cumplimiento de las BPM es un aspecto importante a tomar en cuenta ya que la presencia de *E. coli* es un

indicador de fallas en la higiene durante el proceso tales como su origen, procedencia, resistencia térmica, temperatura óptima para desarrollo y otras características, tipo de exposición, manipulación y conservación inadecuada del producto alimenticio.

El resultado de este estudio demostró la existencia de una asociación entre la presencia de *E. coli* y el cumplimiento inadecuado de las BPM, en las variables como: uso de higrómetro, uso de termómetro, uso de guantes , uso de gorro, uso de redecilla, uso de papel toalla. Esto se debe a que el concepto de riesgo relativo utilizado en este estudio indica la fuerza de asociación entre variables del cuestionario y la presencia de *E. coli* en las piezas de carne. Las variables mencionadas arrojaron valores de riesgo relativo mayores a 1, siendo un indicativo de que existe mayor riesgo de contaminación de *E. coli* en estas variables mencionadas.



## CONCLUSIONES

1. Existe presencia de *E. coli* en los establecimientos de expendio de carnes de pollo ubicados en el corregimientos de Las Mañanitas, distrito de Panamá. A pesar de esto, se puede decir que la carne de pollo proveniente de los establecimiento no representa ningún riesgo para los consumidores panameños ya que el número de UFC esta por debajo de los límites permitidos de acuerdo a la norma Copanit 33-2007 y a la RTCA 67.05.50:17.
2. Un grupo importantes de establecimiento no cumplan con las BPM y SSOP, siendo esto una de las razones importantes que pudieron influir en la presencia de *E. coli* en un alto porcentaje de los establecimientos.
3. Existe una asociación entre la presencia de *E. coli* y el grado de cumplimiento de la norma, principalmente aquellas variables directamente relacionadas con la manipulación de las carnes como son el uso de indumentaria adecuada (guantes, redecilla, gorro) uso de papel toalla y jabón liquido y utilización de instrumentos relacionados con la cadena de frio (termómetro, higrómetro).
4. La presencia de *E. coli* en los establecimientos de expendio de carnes de pollo fue de 80.34%. Lo que evidencia la importancia de tener presente que esta es la realidad de Panamá al igual que en otros países, por lo que debe ser considerado por formuladores de planes de Programa de vigilancia microbiologica y docencia en BPM y SOPP, sobre todo para ser aplicado en establecimientos que expenden carnes de pollo que llegan directamente al consumidor final, el pueblo panameño.

## RECOMENDACIONES

Incorporar en el Programa de Vigilancia del Ministerio de Salud que se aplica en los mataderos y plantas que procesan productos cárnicos y a los lugares de expendio de alimentos cárnicos (supermercados, minisúper, abarroterías) un programa integrado de análisis de la situación microbiológica de los alimentos, considerando que estos dos puntos son el último eslabón de la cadena de comercialización que oferta el alimento al consumidor lo que podría ocasionar problemas gastrointestinales o enfermedades transmitidas por estos alimentos a la población.

Realizar estudios similares en otras regiones del país (corregimiento, distritos o provincias), que nos conduzcan a conocer sobre la situación nacional con relación al riesgo para la salud pública, por el consumo de carnes con *E. Coli*.

Establecer programas de capacitación al personal que colabora en los establecimientos de expendio de carnes sobre las Buenas Prácticas de Manufacturas y El Sistema de Análisis de Peligros y Control de Puntos Críticos, con el propósito de disminuir el riesgo de contaminación por agentes infecciosos como *E. Coli* en los productos que consume la población.

Resaltamos la necesidad de llevar a cabo estudios enfocados en la detección de la presencia de *E. Coli*, sobre todo de cepas específicas como la 0157:H7, por considerarse la carne fresca y la leche cruda los vehículos más comunes de este tipo para agentes patógenos.

## REFERENCIAS

- 3M Food Safety. (s.f.). *Guía de interpretación 3M Placa de petrifilm para el recuento de E.coli/Coliforme*.
- 3M Guía de interpretación. (2015). *Placas Petrifilm™ para Recuento de E. coli/Coliformes*. St. Paul.
- A. S., & Gencan, E. (2012). Prevalence of Escherichia coli en retail poultry meat, ground beef, an beef. *Med. Weter*, 237-240. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/236897351\\_Prevalence\\_of\\_Escherichia\\_coli\\_in\\_retail\\_poultry\\_meat\\_ground\\_beef\\_and\\_beef](https://www.researchgate.net/publication/236897351_Prevalence_of_Escherichia_coli_in_retail_poultry_meat_ground_beef_and_beef)
- Ali Akbar, U. S. (2014). Presence of Escherichia coli in poultry meat: A potential food safety threat. *International Food Reaseach Journal*, 21, 94-945.
- Ashfield Carbon, N., & Haro, V. R. (2016). *Estudio de la presencia de Escherichia coli productor de toxina Shiga en aves destinadas para el consumo humano*. Tesis de grado, Universidad de la República, Montevideo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12008/10322>
- CDC. (Diciembre de 2014). *E. coli Answer and Question*. Obtenido de <https://www.cdc.gov/ecoli/general/index.html>
- CDC. (9 de Agosto de 2022). *E. coli y Seguridad alimentaria*. Obtenido de E. coli y Seguridad alimentaria: <https://www.cdc.gov/foodsafety/es/communication/ecoli-and-food-safety.html>
- Corrie Allaert Vandevenne, M. E. (2002 ). *Metodos de Análisis Microbiológicos de los Alimentos* . Madrid : Diaz de Santos.
- Cuiwei Zhao, B. G. (2001). Prevalence of Campylobacter spp., Escherichia coli, and Salmonella Serovars in Retail Chicken, Turkey, Pork, and Beef From the Greater Washington, D.C., Area. (A. S. Microbiology, Ed.) *Applied and Enviroment Microbiology*, 67(12). doi:10.1128/AEM.67.12.5431-5436.2001
- Daly, K., Bernal, B., & Herrera, J. (2017). *Estadística General con Aplicaciones* (I ed.). Panamá: Tecnológica.
- Di pillo, F., & Sotomayor, G. (2018). *ACHIPIA Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile*. Obtenido de Evaluacion de Riesgo y otras Publicaciones: <https://www.achipia.gob.cl/wp-content/uploads/2018/06/Perfil-de-Riesgo-E-coli-STEC-en-carne-bovina-v1-2018-1.pdf>
- Diaz, A. C. (2002). *Fundamentos de Química Analítica. Equilibrio ionico y analisis químico*. Bogota: Universidad Nacional de Colombia.
- FAO. (1969). *Codex Alimentarius Principios Generales de Higiene de los Alimentos*. Obtenido de [http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXC%2B1-1969%252FCXC\\_001s.pdf](http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXC%2B1-1969%252FCXC_001s.pdf)
- FAO. (2003 ). *Alimentos Sanos y Seguros*. Santiago, Chile. Obtenido de <https://www.fao.org/3/am401s/am401s.pdf>
- FAO. (2021). *Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA) Centroamérica*. Obtenido de Conceptos Básicos: <http://www.fao.org/in-action/pesa-centroamerica/temas/conceptos-basicos/es/>
- FAO. (s.f.). *Inocuidad y calidad de los alimentos*. Obtenido de El papel de la FAO: <http://www.fao.org/food-safety/es/>

- FAO. (s.f.). Prevención de la E. coli para los alimentos. Obtenido de [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/agns/pdf/Preventing\\_Ecoli\\_es.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/agns/pdf/Preventing_Ecoli_es.pdf)
- FAO, OPS, & OMS. (2016). *Manual para manipuladores de alimentos*. Washington DC. Obtenido de <http://www.fao.org/3/i5896s/i5896s.pdf>
- FAO/OMS. (1998). *Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias COMISION DEL CODEX ALIMENTARIUS* (Vol. 1). Roma. Obtenido de <https://www.fao.org/3/w6419s/w6419s0o.htm#:~:text=2.10%20Alimentos%20f%20C3%A1cilmente%20perecederos%3A%20alimentos,envenenamiento%20u%20otras%20enfermedades%20transmitidas>
- FDA. (2013). BAM R11: Butterfield's Phosphate-Buffered Dilution Water. *Laboratory Methods (Food)*. Washington. Obtenido de <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-r11-butterfields-phosphate-buffered-dilution-water>
- Forbes, B., Sahm, D., & Alice S., W. (2007). *Bailey & Scott Diagnostico Microbiologico* (12ª ed.). Madrid, España : Medica Panamericana.
- Franca Anaya, P. A., Ramírez Medina, M., Orozco Ugarrizo, M. E., & Lopez Gutierrez, L. A. (2013). Determinación de Escherichia Coli e identificación del serotipo O157:H7 en carnes de cerdo comercializadas en los principales supermercados de la ciudad de Cartagena. *LASALLISTA DE INVESTIGACIÓN*, 91-100.
- Frederick Adzitey, P. A.-P. (2020). Prevalence and Antimicrobial, Resistance of Escherichia coli Isolated from Varius Meat Types in the Tamale Metropolis of Ghana. *International Journal of Food Science*, 7. doi:<https://doi.org/10.1155/2020/8877196>
- Gaceta Oficial. (2001). Decreto Ejecutivo N°352 del 10 de octubre del 2001. *Que Reglamenta la aplicación obligatoria de los Procedimientos Estandarizados De Las Operaciones De Limpieza Y Desinfección, las Buenas Prácticas de Manufactura y el Sistema de Análisis de Peligros y Control De Puntos Críticos, en las plantas y establecim.* Panamá.
- Garcinuño Martínez, R., & Uned. (s.f.). Contaminación de los alimentos durante los procesos de origen y almacenamiento. (D. d. Analíticas, Ed.) *Dialnet, Universidad de la Rioja*.
- Gerard J. Tortora, B. R. (2007). *Introducción a la Microbiología* (9 ed.). Buenos Aires: Médica Panamericana.
- Gi Yun, H. J. (2009). Prevalence and classification of pathogenic Escherichia coli isolated from fresh beef, poultry, and pork in Korea. *International journal of food microbiology* , 196-200.
- INEC. (2018). Hoja de Balance de alimentos de Panamá. Panamá. Obtenido de [https://www.contraloria.gob.pa/INEC/Publicaciones/Publicaciones.aspx?ID\\_SUBCATEGORIA=33&ID\\_PUBLICACION=740&ID\\_IDIOMA=1&ID\\_CATEGORIA=4](https://www.contraloria.gob.pa/INEC/Publicaciones/Publicaciones.aspx?ID_SUBCATEGORIA=33&ID_PUBLICACION=740&ID_IDIOMA=1&ID_CATEGORIA=4)
- Latam, M. C. (2002). *Nutrición Humana en el Mundo en Desarrollo* . Roma: FAO.
- Lopez, A., Burgos, T., Diaz, M., Mejia, R., & Quinteros, E. (2018). Contaminación Microbiológica de la carne de pollo en 43 supermercados de El Salvador. *Revista Alerta*. doi:<https://doi.org/10.5377/alerta.v1i2.7134>
- Madigan, M. T., Martinko, J. M., Dunlap, P. D., & Clarck, D. P. (2009). Brock Biología de los Microorganismos. *Duodécima*. Madrid: Pearson Educación.

- Mendoza, O., & Rosario, V. (2017). *Determinación de Salmonella spp, Escherichia coli, Staphylococcus aureus, en pollos asados de cinco asaderos de Cúcuta en el periodo 2017*. Universidad de Santander. Cúcuta: Cúcuta: Universidad de Santander, 2018. Obtenido de <https://repositorio.udes.edu.co/handle/001/4128>
- MF Cerruti, T. V. (2020). Escherichia coli in Chicken Carcasses in Southern. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*. doi:<https://doi.org/10.1590/1806-9061-2019-1093>
- MICI. (2007). REGLAMENTO TÉCNICO DGNTI-COPANIT 33-2007. *TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS CARNE DE AVES, POLLO, GALLINA Y GALLO PROCESADO LISTO PARA COCINAR (CRUDO), ENTERO Y EN CORTES, Y SUS MENUDOS*. Panamá. Obtenido de <https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/25936/7874.pdf>
- Ministerio de Salud. (2011). Capacitación en Higiene para Manipuladores de Alimentos, Guía Metodológica y Práctica. Panamá.
- Ministerio de Salud, D.E. N°770. (14 de Mayo de 2021). *Decreto Ejecutivo N°770*. Panamá.
- Moreno, Garcia, B. (2006). Higiene e inspección de carnes. *II*, 32-33. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos.
- Nerea Porres Osante, E. R. (2018). *Microbiología Clínica*. Madrid : Paraninfo .
- Obando, I., & Murillo, M. (1998). *Pollos de Engorde Tecnicas de Procesado*. San Jose: Universidad de Costa Rica.
- OIRSA, A. O. (2018). *Manual de introducción a la Inocuidad de los alimentos*. Obtenido de <https://www.oirsa.org/contenido/2019/Manual%20de%20Introduccion%20a%20a%20Inocuidad%20de%20los%20alimentos%20-%20OIRSA.pdf>
- OMS. (2007). *Manual sobre 5 claves para la inocuidad alimentaria*. Ginebra. Obtenido de [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43634/9789243594637\\_spa.pdf](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43634/9789243594637_spa.pdf)
- OMS. (2015). *Comunicado de Prensa*. Ginebra. Obtenido de <https://www.who.int/es/news/item/03-12-2015-who-s-first-ever-global-estimates-of-foodborne-diseases-find-children-under-5-account-for-almost-one-third-of-deaths>
- OMS. (2 de Mayo de 2017). *Enfermedades Diarreicas*. Recuperado el 2018, de [www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/diarrhoeal-disease](http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/diarrhoeal-disease)
- OMS. (31 de octubre de 2017). *Inocuidad de los alimentos*. Obtenido de <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>
- OMS. (7 de febrero de 2018). *E. coli*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/e-coli>
- OMS. (30 de abril de 2020). *Inocuidad de los alimentos*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>
- OMS, Departamento de Inocuidad de los Alimentos, Zoonosis y Enfermedades de Transmisión Alimentaria. (2007). *Manual sobre las 5 claves para la inocuidad de los alimentos*. (Z. y. Departamento de Inocuidad de los Alimentos, Ed.)
- OMS, FAO. (2003). *Garantía de la Inocuidad y Calidad de los Alimentos: Directrices para el Fortalecimiento de los Sistemas Nacionales de Control de los Alimentos*. Roma. Obtenido de <http://www.fao.org/3/y8705S/y8705s00.htm#Contents>

- OMS, FAO. (s.f.). INFOSAN, Informe actividades 2014-2015. Obtenido de <http://www.fao.org/food/food-safety-quality/empres-food-safety/early-warning/en/>
- OMS, FAO. (s.f.). INFOSAN, Informe de actividades 2016- 2017. Obtenido de <https://www.who.int/activities/responding-to-food-safety-emergencies-infosan>
- OPS. (s.f.). *Enfermedades transmitidas por alimento*. Obtenido de <https://www.paho.org/es/temas/enfermedades-transmitidas-por-alimentos>
- PAHO. (2017). ANÁLISIS DE PELIGROS Y PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL (HACCP). Obtenido de <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2017/food-safety-hacpp-cha-analisis-peligros-puntos-criticos-control.pdf>
- PAHO. (21 de Julio de 2020). ANÁLISIS DE PELIGROS Y PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL (HACCP). Obtenido de [https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=10838:2015-peligros-biologicos&Itemid=41432&lang=es#gsc.tab=0](https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10838:2015-peligros-biologicos&Itemid=41432&lang=es#gsc.tab=0)
- Pardo Gonzales, J. E., Perez Sempere, J. I., & Parra Lopez, V. (1998). *LA INDUSTRIA CARNICA. El Sistema de Analisis de Riesgo y Control de Puntos Críticos*. Real: Universidad de Castilla - La Mancha.
- Pascual Anderson, M. D. (2005). *Enfermedades de origen alimentario: su prevención*. 42. Ediciones Díaz de Santos.
- Prats, G. (2005 ). *Microbiología clinica* . Madrid : Medica Panamericana .
- REGLAMENTO TÉCNICO CENTROAMERICANO. (2017). RTCA 67.04.50:17. *ALIMENTOS. CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS PARA LA INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS*. MINECO, OSARTEC, MIFIC, SDE, MEIC, MICI. Obtenido de <http://web-sieca.s3.amazonaws.com/direccion-juridica/COMIECO/RESOLUCIONES/402-2018/ANEXO%20RES%20402-2018%20RTCA%20Criterios%20Microbiologicos-%20%20Version%20Final%2019-06-2018.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAI4MYHTF3E4G6TJAQ&Expires=1547077310&Signature=jxsoggFNh>
- Rodriguez, A. (2005). Determinación de Escherichia coli en ensaladas a base de lechuga preparadas en restaurantes de comida rápida. (U. d. Guatemala, Ed.) Obtenido de <http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/>
- RTCA. (2017). Reglamento 67.04.50.17 Técnico Centroamericano. MINECO.
- Safety, 3. F. (2015). *3M™ Petrifilm™ Simplemente rápidas, precisas y productivas*. Santiago, Chile. Obtenido de <https://multimedia.3m.com/mws/media/1534641O/brochure-petrefilm-lr.pdf>
- Salud, O. P. (s.f.). *Peligros Biológicos* . Obtenido de [https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=10838:2015-peligros-biologicos&Itemid=41432&lang=es#gsc.tab=0&as\\_qdr=y15](https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10838:2015-peligros-biologicos&Itemid=41432&lang=es#gsc.tab=0&as_qdr=y15)
- Salud, Organización Panamericana de la. (2002). *Módulo de principios de epidemiología para el control de enfermedades*. Washinton D.C.
- Spiegel, M., Schiller, J., & Inivasan, A. (2003). *Teoria y Problemas de Probabilidad y Estadística* (II ed.). México: McGrawhill.
- Stanchi, N. O. (2007). *Microbiología Veterinaria*. 197-202. Buenos Aires, Argentina: Inter Médica.

- T.R. Thorsteinsdottir, G. H. (2009). Prevalence and Genetic Relatedness of Antimicrobial-Resistant *Escherichia coli* Isolated From Animal, Foods and Humans in Iceland. *Zoonoses and Public Health*, 189-196. doi:10.1111/j.1863-2378.2009.01256.x
- Theory, Labster. (4 de Agosto de 2021). Controles positivo. Obtenido de [https://theory.labster.com/positive-control-es/\\_info/](https://theory.labster.com/positive-control-es/_info/)
- USDA. (16 de Diciembre de 2019). Preguntas y respuesta . *¿Podría la bacteria Escherichia coli estar relacionada a la carne de pollo?* Obtenido de <https://ask.usda.gov/s/article/Podria-la-bacteria-Escherichia-coli-estar-relacionada-a-la-carne-de-pollo>
- USDA. (17 de Marzo de 2020). Preguntas y respuesta. *¿Dónde se encuentra la E. coli?* Obtenido de <https://ask.usda.gov/s/article/D%C3%B3nde-se-encuentra-la-E-coli>
- Vasquez Ampuer , J. M., Alcántara, T., & Walter, R. (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*, 130-141. doi:<https://doi.org/10.36610/j.jsars.2020.110200130>
- Zenteno Guerra, A. B., Caraujulca, N., & Palacio Morales, F. (2013). Identificación de *Escherichia Coli* presente en alimentos preparados en los comedores populares del distrito de Chaclacayo, Lima, Perú. *Ciencias de la Salud*, 79-85. Obtenido de <https://doi.org/10.17162/rccs.v6i2.207>

**ANEXO  
ANEXO 1**

Nombre y código de los Establecimientos que venden carne de pollo  
en el corregimiento de Las Mañanitas.

Establecimiento	Código	Establecimientos	Código
1	E1	36	E36
2	E2	37	E37
3	E3	38	E38
4	E4	39	E39
5	E5	40	E40
6	E6	41	E41
7	E7	42	E42
8	E8	43	E43
9	E9	44	E44
10	E10	45	E45
11	E11	46	E46
12	E12	47	E47
13	E13	48	E48
14	E14	49	E49
15	E15	50	E50
16	E16	51	E51
17	E17	52	E52
18	E18	53	E53
19	E19	54	E54
20	E20	55	E55
21	E21	56	E56
22	E22	57	E57
23	E23	58	E58
24	E24	59	E59
25	E25	60	E60
26	E26	61	E61
27	E27	62	E62
28	E28	63	E63
29	E29	64	E64
30	E30	65	E65
31	E31	66	E66
32	E32		
33	E33		
34	E34		
35	E35		



**ANEXO 2**

## Cuestionario

Nombre \_\_\_\_\_ Código \_\_\_\_\_

Cuestionario a locales comerciales que venden carne de pollo al consumidor final

1. El expendio de carne está condicionado sólo para este fin

Sí

No

2. Posee agua potable

Sí

No

3. Está protegido de lluvia, viento y sol

Sí

No

4. El techo posee cielo raso o algún tipo de forro

Sí

No

5. Los pisos son de fácil limpieza

Sí

No

6. Las paredes son de fácil limpieza

Sí

No

7. \* Existe un programa de procedimientos sanitarios

Sí

No

8. \*Cuántas veces higienizan el área de trabajo

Nunca

Diariamente

9. \*Utilizan productos desinfectante para higienizar establecimiento

Sí

No

10. Las carnes están separadas por bandejas

Sí

No

11. Usan diferentes tablas para cada tipo de carne

Sí

No

12. Las condiciones de utensilios son óptimas

Sí

No

13. \* Cuándo limpian los utensilios

Durante y después

Nunca

14. \* Posee solución desinfectantes para los utensilios

Si

Si

15. Posee jabón líquido

Sí

No

16. Posee lavamanos

Sí

No

17. Los lavamanos son lisos

Sí

No

18. \* Se lavan las manos

Sí

No

19. \* Cuánto tiempo utiliza en el lavado de manos

19 seg. ó -

20 seg. ó +

20. Se seca las manos con:

Papel toalla

Trapo y/o pañuelo

21. Posee la indumentaria adecuada

Vestuario blanco:

Sí

No

Gorro o redecilla

Sí

No

Zapatos

Sí

No

Cabello corto

Sí

No

Guantes

Sí

No

22. Posee dispositivos para los desechos sólidos

Sí No 

23. Poseen termómetro

Sí No 

24. Poseen higrómetro

Sí No 

25. Las carnes están entre 4° a 7° Centígrados

Sí No 

(\*) Preguntas al manipulador

## Anexo 3

## 1a

Resultados de laboratorio (Petrifilm 3M *E.coli*/coliforme) en UFC y encuesta

N°	Código	Presencia de <i>E. coli</i>					Presencia de Coliforme					Preguntas de encuesta						
		p1	p2	p3	p4	p5	pp1	pp2	pp3	pp4	pp5	pr1	pr2	pr3	pr4	pr5	pr6	pr7
1	E1	0	0	0	0	1	33	26	28	27	38	1	1	1	1	1	1	2
2	E2	0	0	0	0	0	5	0	0	2	0	1	1	1	1	1	2	
3	E3	0	1	0	0	0	33	7	16	9	23	1	1	1	1	1	1	
4	E4	0	0	0	0	0	26	18	22	30	160	1	1	1	1	1	1	
5	E5	0	1	1	1	1	27	33	24	27	58	1	1	1	1	1	1	
6	E6	0	0	0	0	0	16	8	9	11	59	1	1	1	1	1	2	
7	E7	0	0	0	0	1	10	5	4	3	7	1	1	1	1	1	2	
8	E8	36	26	67	20	42	10	16	14	10	18	1	1	1	1	1	1	
9	E9	4	1	3	24	6	5	19	34	18	8	1	1	1	1	1	2	
10	E10	3	0	2	1	0	1	25	32	9	42	1	1	1	2	1	2	
11	E11	88	1	2	1	1	60	105	118	111	82	1	1	1	2	2	2	
12	E12	0	0	4	2	1	11	13	10	16	17	1	1	1	1	1	2	
13	E13	0	0	0	0	0	19	5	5	8	14	1	1	1	1	1	1	
14	E14	27	28	11	3	9	26	20	25	18	20	1	1	1	2	1	2	
15	E15	5	11	3	9	4	31	75	74	45	47	1	1	1	1	1	1	
16	E16	7	8	10	5	10	27	46	63	42	77	1	1	1	1	1	1	
17	E17	1	2	2	1	0	79	31	66	67	57	1	1	1	1	1	1	
18	E18	0	0	0	0	0	81	61	69	91	97	1	1	1	1	1	1	
19	E19	0	0	0	0	0	0	0	0	6	18	1	1	1	2	1	1	
20	E20	13	0	1	12	1	48	16	26	29	42	1	1	1	1	1	2	
21	E21	25	14	18	12	9	80	66	61	68	62	1	1	1	1	1	1	
22	E22	11	38	16	5	35	17	51	5	19	8	1	1	1	1	1	2	
23	E23	0	0	0	0	0	17	18	15	8	11	1	1	1	1	1	1	
24	E24	3	0	6	2	2	8	0	15	3	24	1	1	1	1	1	1	
25	E25	0	1	0	1	1	39	37	42	36	33	1	1	1	1	1	1	
26	E26	3	2	1	11	1	14	20	6	11	1	1	1	1	1	1	1	
27	E27	0	1	2	3	5	195	175	184	166	207	1	1	1	1	1	1	
28	E28	19	3	20	9	0	120	143	145	176	120	1	1	1	1	1	1	

(1) p1.....p5, se refiere al resultado de cada uno de los 5 análisis que se relizarón por cada establecimiento para la presencia o no de *E. coli*

(2) pp1.....pp5, se refiere al resultado de cada uno de los 5 análisis que se relizarón por cada establecimiento para la presencia de coliforme

(3) Se refiere al número de pregunta de acuerdo al fomato de la encuesta Ejemplo pr1= a la pregunta N°1 de la encuesta.

Para el caso de las respuestas a las preguntas, el número 1 significa que si cumple y el 2 que no cumple

## Anexo 3

## 1b

Resultados de laboratorio (Petrifilm 3M *E.coli*/coliforme) en UFC y encuesta

N°	Código	Presencia de <i>E. coli</i>					Presencia de Coliforme					Preguntas de encuesta						
		p1	p2	p3	p4	p5	pp1	pp2	pp3	pp4	pp5	pr1	pr2	pr3	pr4	pr5	pr6	pr7
29	E29	16	0	0	0	8	59	146	101	114	108	1	1	1	1	1	1	2
30	E30	0	0	0	0	1	108	157	73	261	45	1	1	1	1	1	1	2
31	E31	0	0	0	0	0	306	338	346	281	298	1	1	1	1	1	1	1
32	E32	7	3	0	4	3	82	30	24	28	65	1	1	1	1	1	1	1
33	E33	5	3	0	0	0	59	11	13	8	4	1	1	1	1	1	1	1
34	E34	0	0	2	0	3	2	6	7	2	3	1	1	1	1	1	1	1
35	E35	1	2	50	3	11	4	16	9	49	14	1	1	1	1	1	1	1
36	E36	0	0	0	0	0	3	13	20	2	1	1	1	1	1	1	1	1
37	E37	4	2	7	33	2	2	1	3	22	44	1	1	1	1	1	1	2
38	E38	0	0	1	0	0	3	1	0	1	4	1	1	1	1	2	1	2
39	E39	2	5	6	11	3	8	8	11	13	17	1	1	1	2	2	2	2
40	E40	1	0	1	14	5	5	14	4	2	10	1	1	1	1	1	1	2
41	E41	2	6	0	1	0	87	101	86	78	53	1	1	1	1	1	1	1
42	E42	0	0	0	0	0	31	39	37	250	103	1	1	1	1	1	1	2
43	E43	0	0	0	1	2	0	620	101	92	83	2	1	1	1	1	1	1
44	E44	12	12	9	12	5	10	10	11	4	8	1	1	1	1	1	1	2
45	E45	2	0	1	0	4	0	3	1	1	20	1	1	1	1	1	1	1
46	E46	0	1	0	0	0	30	20	27	30	6	1	1	1	1	1	1	1
47	E47	17	0	2	0	2	153	203	137	186	152	1	1	1	1	1	1	1
48	E48	1	4	0	5	6	111	181	177	235	94	1	1	1	1	1	1	1
49	E49	2	0	1	5	0	6	1	7	5	7	1	1	1	1	1	1	1
50	E50	2	0	0	1	0	5	11	9	14	13	1	1	1	2	1	1	1
51	E51	0	0	4	1	0	183	355	83	48	58	1	1	1	1	1	1	1
52	E52	1	0	0	3	1	8	26	1	4	25	1	1	1	1	2	1	1
53	E53	3	4	0	0	36	110	92	226	209	87	1	1	1	1	1	1	1
54	E54	8	7	15	3	7	22	49	55	27	50	1	1	1	1	1	1	1
55	E55	0	0	0	0	0	22	39	21	37	12	1	1	1	2	2	2	2
56	E56	0	0	0	0	1	51	33	109	219	44	1	1	1	2	1	1	2

(1) p1.....p5, se refiere al resultado de cada uno de los 5 análisis que se relizarón por cada establecimiento para la presencia o no de *E. coli*

(2) pp1.....pp5, se refiere al resultado de cada uno de los 5 análisis que se relizarón por cada establecimiento para la presencia de coliforme

(3) Se refiere al número de pregunta de acuerdo al fomato de la encuesta Ejemplo pr1= a la pregunta N°1 de la encuesta.

Para el caso de las respuestas a las preguntas, el número 1 significa que si cumple y el 2 que no cumple

## Anexo 3

## 2a

Resultados de laboratorio (Petrifilm 3M *E.coli*/coliforme) en UFC y encuesta

N°	Código	Presencia de <i>E. coli</i>					Presencia de Coliforme					Preguntas de encuesta						
		p1	p2	p3	p4	p5	pp1	pp2	pp3	pp4	pp5	pr8	pr9	pr10	pr11	pr12	pr13	pr14
1	E1	0	0	0	0	1	33	26	28	27	38	1	1	1	2	1	1	2
2	E2	0	0	0	0	0	5	0	0	2	0	1	1	1	2	1	1	1
3	E3	0	1	0	0	0	33	7	16	9	23	1	1	1	2	1	1	1
4	E4	0	0	0	0	0	26	18	22	30	160	1	1	1	2	1	1	1
5	E5	0	1	1	1	1	27	33	24	27	58	1	1	1	2	1	1	1
6	E6	0	0	0	0	0	16	8	9	11	59	1	1	1	2	1	1	1
7	E7	0	0	0	0	1	10	5	4	3	7	1	1	1	2	1	1	1
8	E8	36	26	67	20	42	10	16	14	10	18	1	1	1	2	1	1	1
9	E9	4	1	3	24	6	5	19	34	18	8	1	1	1	2	1	1	1
10	E10	3	0	2	1	0	1	25	32	9	42	1	1	1	2	1	1	1
11	E11	88	1	2	1	1	60	105	118	111	82	1	1	1	2	1	1	1
12	E12	0	0	4	2	1	11	13	10	16	17	1	1	1	2	1	1	1
13	E13	0	0	0	0	0	19	5	5	8	14	1	1	1	2	1	1	1
14	E14	27	28	11	3	9	26	20	25	18	20	1	1	1	1	1	1	1
15	E15	5	11	3	9	4	31	75	74	45	47	1	1	1	2	1	1	1
16	E16	7	8	10	5	10	27	46	63	42	77	1	1	1	2	1	1	1
17	E17	1	2	2	1	0	79	31	66	67	57	1	1	1	2	1	1	1
18	E18	0	0	0	0	0	81	61	69	91	97	1	1	1	2	1	1	1
19	E19	0	0	0	0	0	0	0	0	6	18	1	1	1	2	1	1	1
20	E20	13	0	1	12	1	48	16	26	29	42	1	1	1	2	1	1	1
21	E21	25	14	18	12	9	80	66	61	68	62	1	1	1	2	1	1	1
22	E22	11	38	16	5	35	17	51	5	19	8	1	1	1	2	1	1	1
23	E23	0	0	0	0	0	17	18	15	8	11	1	1	1	2	1	1	1
24	E24	3	0	6	2	2	8	0	15	3	24	1	1	1	1	1	1	1
25	E25	0	1	0	1	1	39	37	42	36	33	1	1	1	2	1	1	1
26	E26	3	2	1	11	1	14	20	6	11	1	1	1	1	2	1	1	1
27	E27	0	1	2	3	5	195	175	184	166	207	1	1	1	1	1	1	1
28	E28	19	3	20	9	0	120	143	145	176	120	1	1	1	1	1	1	1

(1) p1.....p5, se refiere al resultado de cada uno de los 5 análisis que se relizarón por cada establecimiento para la presencia o no de *E. coli*

(2) pp1.....pp5, se refiere al resultado de cada uno de los 5 análisis que se relizarón por cada establecimiento para la presencia de coliforme

(3) Se refiere al número de pregunta de acuerdo al fomato de la encuesta Ejemplo pr1= a la pregunta N°1 de la encuesta.

Para el caso de las respuestas a las preguntas, el número 1 significa que si cumple y el 2 que no cumple



## Anexo 3

## 2b

Resultados de laboratorio (Petrifilm 3M *E.coli*/coliforme) en UFC y encuesta

N°	Código	Presencia de <i>E. coli</i>					Presencia de Coliforme					Preguntas de encuesta						
		p1	p2	p3	p4	p5	pp1	pp2	pp3	pp4	pp5	pr8	pr9	pr10	pr11	pr12	pr13	pr14
29	E29	16	0	0	0	8	59	146	101	114	108	1	1	1	2	1	1	1
30	E30	0	0	0	0	1	108	157	73	261	45	1	1	1	2	1	1	1
31	E31	0	0	0	0	0	306	338	346	281	298	1	1	1	2	1	1	1
32	E32	7	3	0	4	3	82	30	24	28	65	1	1	1	2	1	1	1
33	E33	5	3	0	0	0	59	11	13	8	4	1	1	1	2	1	1	1
34	E34	0	0	2	0	3	2	6	7	2	3	1	1	1	1	1	1	1
35	E35	1	2	50	3	11	4	16	9	49	14	1	1	1	1	1	1	1
36	E36	0	0	0	0	0	3	13	20	2	1	1	1	1	1	1	1	1
37	E37	4	2	7	33	2	2	1	3	22	44	1	1	1	2	1	1	1
38	E38	0	0	1	0	0	3	1	0	1	4	1	1	1	2	1	1	1
39	E39	2	5	6	11	3	8	8	11	13	17	1	1	1	2	1	1	1
40	E40	1	0	1	14	5	5	14	4	2	10	1	1	1	2	1	1	1
41	E41	2	6	0	1	0	87	101	86	78	53	1	1	1	2	1	1	1
42	E42	0	0	0	0	0	31	39	37	250	103	1	1	1	2	1	1	1
43	E43	0	0	0	1	2	0	620	101	92	83	1	1	1	2	1	1	1
44	E44	12	12	9	12	5	10	10	11	4	8	1	1	1	2	1	1	1
45	E45	2	0	1	0	4	0	3	1	1	20	1	1	1	2	1	1	1
46	E46	0	1	0	0	0	30	20	27	30	6	1	1	1	2	1	1	1
47	E47	17	0	2	0	2	153	203	137	186	152	1	1	1	2	1	1	1
48	E48	1	4	0	5	6	111	181	177	235	94	1	1	1	2	1	1	1
49	E49	2	0	1	5	0	6	1	7	5	7	1	1	1	2	1	1	1
50	E50	2	0	0	1	0	5	11	9	14	13	1	1	1	2	1	1	1
51	E51	0	0	4	1	0	183	355	83	48	58	1	1	1	2	1	1	1
52	E52	1	0	0	3	1	8	26	1	4	25	1	1	1	2	1	1	1
53	E53	3	4	0	0	36	110	92	226	209	87	1	1	1	1	1	1	1
54	E54	8	7	15	3	7	22	49	55	27	50	1	1	1	2	1	1	1
55	E55	0	0	0	0	0	22	39	21	37	12	1	1	1	2	1	1	1
56	E56	0	0	0	0	1	51	33	109	219	44	1	1	1	2	1	1	1

(1) p1.....p5, se refiere al resultado de cada uno de los 5 análisis que se relizarón por cada establecimiento para la presencia o no de *E. coli*

(2) pp1.....pp5, se refiere al resultado de cada uno de los 5 análisis que se relizarón por cada establecimiento para la presencia de coliforme

(3) Se refiere al número de pregunta de acuerdo al fomato de la encuesta Ejemplo pr1= a la pregunta N°1 de la encuesta.

Para el caso de las respuestas a las preguntas, el número 1 significa que si cumple y el 2 que no cumple

## Anexo 3

## 3a

Resultados de laboratorio (Petrifilm 3M *E.coli*/coliforme) en UFC y encuesta

N°	Código	Presencia de <i>E. coli</i>					Presencia de Coliforme					Preguntas de encuesta						
		p1	p2	p3	p4	p5	pp1	pp2	pp3	pp4	pp5	pr15	pr16	pr17	pr18	pr19	pr20	pr21.1
1	E1	0	0	0	0	1	33	26	28	27	38	2	1	1	1	2	2	2
2	E2	0	0	0	0	0	5	0	0	2	0	2	1	1	1	2	2	2
3	E3	0	1	0	0	0	33	7	16	9	23	2	1	2	1	2	2	2
4	E4	0	0	0	0	0	26	18	22	30	160	2	1	1	1	1	2	2
5	E5	0	1	1	1	1	27	33	24	27	58	1	1	1	1	1	2	2
6	E6	0	0	0	0	0	16	8	9	11	59	2	1	2	1	2	2	2
7	E7	0	0	0	0	1	10	5	4	3	7	2	1	2	1	2	2	2
8	E8	36	26	67	20	42	10	16	14	10	18	1	1	1	1	2	2	2
9	E9	4	1	3	24	6	5	19	34	18	8	2	1	2	1	2	1	2
10	E10	3	0	2	1	0	1	25	32	9	42	2	1	2	1	2	2	2
11	E11	88	1	2	1	1	60	105	118	111	82	2	1	2	1	2	2	2
12	E12	0	0	4	2	1	11	13	10	16	17	2	1	2	1	1	2	2
13	E13	0	0	0	0	0	19	5	5	8	14	2	1	1	1	2	2	2
14	E14	27	28	11	3	9	26	20	25	18	20	2	1	2	1	2	2	2
15	E15	5	11	3	9	4	31	75	74	45	47	1	1	1	1	1	2	2
16	E16	7	8	10	5	10	27	46	63	42	77	1	1	1	1	1	2	2
17	E17	1	2	2	1	0	79	31	66	67	57	2	1	2	1	2	2	2
18	E18	0	0	0	0	0	81	61	69	91	97	1	1	1	1	2	2	2
19	E19	0	0	0	0	0	0	0	0	6	18	1	1	2	1	1	1	2
20	E20	13	0	1	12	1	48	16	26	29	42	2	1	2	1	2	2	2
21	E21	25	14	18	12	9	80	66	61	68	62	2	1	1	1	1	2	2
22	E22	11	38	16	5	35	17	51	5	19	8	2	1	2	1	2	2	2
23	E23	0	0	0	0	0	17	18	15	8	11	2	1	2	1	2	2	1
24	E24	3	0	6	2	2	8	0	15	3	24	1	1	1	1	2	1	1
25	E25	0	1	0	1	1	39	37	42	36	33	2	1	2	1	1	2	2
26	E26	3	2	1	11	1	14	20	6	11	1	2	1	2	1	2	2	2
27	E27	0	1	2	3	5	195	175	184	166	207	1	1	1	1	2	2	2
28	E28	19	3	20	9	0	120	143	145	176	120	1	1	1	1	2	1	1

(1) p1.....p5, se refiere al resultado de cada uno de los 5 análisis que se realizarán por cada establecimiento para la presencia o no de *E. coli*

(2) pp1.....pp5, se refiere al resultado de cada uno de los 5 análisis que se realizarán por cada establecimiento para la presencia de coliforme

(3) Se refiere al número de pregunta de acuerdo al formato de la encuesta Ejemplo pr1= a la pregunta N°1 de la encuesta.

Para el caso de las respuestas a las preguntas, el número 1 significa que si cumple y el 2 que no cumple

## Anexo 3

## 3b

Resultados de laboratorio (Petrifilm 3M *E.coli*/coliforme) en UFC y encuesta

N°	Código	Presencia de <i>E. coli</i>					Presencia de Coliforme					Preguntas de encuesta							
		p1	p2	p3	p4	p5	pp1	pp2	pp3	pp4	pp5	pr21.2	pr21.3	pr21.4	pr21.5	pr22	pr23	pr24	pr25
29	E29	16	0	0	0	8	59	146	101	114	108	2	1	1	2	1	1	2	2
30	E30	0	0	0	0	1	108	157	73	261	45	2	2	1	2	1	2	2	1
31	E31	0	0	0	0	0	306	338	346	281	298	2	1	2	2	1	1	2	1
32	E32	7	3	0	4	3	82	30	24	28	65	2	1	1	2	1	1	2	1
33	E33	5	3	0	0	0	59	11	13	8	4	2	1	1	2	1	2	2	2
34	E34	0	0	2	0	3	2	6	7	2	3	1	1	1	1	1	1	2	1
35	E35	1	2	50	3	11	4	16	9	49	14	1	1	1	1	1	1	2	1
36	E36	0	0	0	0	0	3	13	20	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
37	E37	4	2	7	33	2	2	1	3	22	44	2	2	1	2	1	2	2	2
38	E38	0	0	1	0	0	3	1	0	1	4	2	2	1	2	1	2	2	1
39	E39	2	5	6	11	3	8	8	11	13	17	2	1	1	2	1	2	2	2
40	E40	1	0	1	14	5	5	14	4	2	10	2	2	1	2	1	2	2	1
41	E41	2	6	0	1	0	87	101	86	78	53	2	2	1	2	1	1	2	1
42	E42	0	0	0	0	0	31	39	37	250	103	2	1	1	2	1	2	2	2
43	E43	0	0	0	1	2	0	620	101	92	83	2	1	1	2	1	2	2	2
44	E44	12	12	9	12	5	10	10	11	4	8	2	2	1	2	1	2	2	1
45	E45	2	0	1	0	4	0	3	1	1	20	2	2	1	2	1	1	2	1
46	E46	0	1	0	0	0	30	20	27	30	6	2	1	1	2	1	2	2	2
47	E47	17	0	2	0	2	153	203	137	186	152	2	1	1	2	1	2	2	1
48	E48	1	4	0	5	6	111	181	177	235	94	2	1	1	2	1	1	2	1
49	E49	2	0	1	5	0	6	1	7	5	7	2	2	1	2	1	2	2	1
50	E50	2	0	0	1	0	5	11	9	14	13	2	2	1	2	1	1	2	2
51	E51	0	0	4	1	0	183	355	83	48	58	2	2	1	2	1	2	2	1
52	E52	1	0	0	3	1	8	26	1	4	25	2	1	1	2	1	1	2	1
53	E53	3	4	0	0	36	110	92	226	209	87	1	1	1	1	1	1	1	1
54	E54	8	7	15	3	7	22	49	55	27	50	2	2	1	2	1	2	2	1
55	E55	0	0	0	0	0	22	39	21	37	12	2	2	1	2	1	2	2	2
56	E56	0	0	0	0	1	51	33	109	219	44	2	1	1	2	1	2	2	2

(1) p1.....p5, se refiere al resultado de cada uno de los 5 análisis que se realizarán por cada establecimiento para la presencia o no de *E. coli*

(2) pp1.....pp5, se refiere al resultado de cada uno de los 5 análisis que se realizarán por cada establecimiento para la presencia de coliforme

(3) Se refiere al número de pregunta de acuerdo al formato de la encuesta Ejemplo pr1= a la pregunta N°1 de la encuesta.

Para el caso de las respuestas a las preguntas, el número 1 significa que si cumple y el 2 que no cumple

## Anexo 4

	A	B
1	Aleatorio	
2	=Aleatorio()	
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		

	A
1	Aleatorio
2	0.489498659
3	0.183843482
4	0.410311282
5	0.276976889
6	0.768333816
7	0.090461347
8	0.185424672
9	0.606585704
10	0.555995702
11	0.526500575

## Anexo 5

	A	B	C
1	Aleatorio	Jerarquia	
2	0.013914005	=JERARQUIA(A2,\$A\$2:\$A\$11,0)	
3	0.822975669	JERARQUIA(número, referencia, [r	
4	0.177166674		
5	0.213931609		
6	0.132891891		
7	0.626585712		
8	0.666807645		
9	0.587399513		
10	0.302087407		
11	0.373876038		

	A	B
1	Aleatorio	Jerarquia
2	0.013914005	10
3	0.822975669	1
4	0.177166674	8
5	0.213931609	7
6	0.132891891	9
7	0.626585712	3
8	0.666807645	2
9	0.587399513	4
10	0.302087407	6
11	0.373876038	5