

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA



DETECCIÓN DE *Salmonella sp.* Y *Escherichia coli* EN
HUEVOS DE GALLINA CRIOLLA, PROCEDENTES DE
VENTAS DEL MERCADO MUNICIPAL DE ANTIGUA
GUATEMALA EN EL AÑO 2018

MADJORIE ELIZABETH OCHOA RUANO

MÉDICA VETERINARIA

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2019

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**DETECCIÓN DE *Salmonella sp.* Y *Escherichia coli* EN HUEVOS DE
GALLINA CRIOLLA, PROCEDENTES DE VENTAS DEL MERCADO
MUNICIPAL DE ANTIGUA GUATEMALA EN EL AÑO 2018**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD

POR

MADJORIE ELIZABETH OCHOA RUANO

Al conferírsele el título profesional de

Médica Veterinaria

En el grado de Licenciado

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	M.A Gustavo Enrique Taracena Gil
SECRETARIO:	Dr. Hugo René Pérez Noriega
VOCAL I:	M. Sc. Juan José Prem González
VOACL II:	Lic. Zoot. Miguel Ángel Rodenas Argueta
VOCAL III:	Lic. Zoot. Alex Rafael Salazar Melgar
VOCAL IV:	Br. Yasmín Adalí Sian Gamboa
VOCAL V:	Br. Maria Fernanda Amézquita Estévez

ASESORES

DRA. JACQUELINE ESCOBAR MUÑOZ

M.V. ALEJANDRO JOSÉ HUN MARTÍNEZ

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con lo establecido por los reglamentos y normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado:

DETECCIÓN DE *Salmonella sp.* Y *Escherichia coli* EN HUEVOS DE GALLINA CRIOLLA, PROCEDENTES DE VENTAS DEL MERCADO MUNICIPAL DE ANTIGUA GUATEMALA EN EL AÑO 2018

Que fuera aprobado por la Honorable Junta Directiva de la
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Como requisito previo a optar al título de:

MÉDICA VETERINARIA

ACTO QUE DEDICO A:

A DIOS:

Por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A MI ABUELITA LOLA:

Por haberme brindado los mejores años de su vida, y enseñarme a ser una mujer de bien, te guardo en lo más profundo de mi corazón, porque tu recuerdo es para mí el mejor de los tesoros, un abrazo hasta el cielo.

A MIS ABUELITOS:

Carlos Ruano y Olga Muñoz, si de algo estoy orgullosa en esta vida, es poder decir que ellos son mis abuelitos. El mayor ejemplo de humildad, unión, servicio, fe y amor.

A MIS PADRES:

Oscar Ochoa y Leticia Ruano, ustedes mejor que nadie saben lo que me ha costado llegar hasta aquí. Gracias por su amor, apoyo y comprensión incondicional. Son el mejor ejemplo a seguir, mi modelo de vida y de familia, soy lo que soy gracias a ustedes.

A MIS HERMANOS:

Alejandra y Alfredo, los quiero con locura. Son los mejores hermanos del mundo, gracias por estar a mi lado siempre. Lo que más me gusta del mundo es reírme con ustedes.

A MI SOBRINO:

Pablo, gracias por ser ese angelito que me enseña a luchar día con día y que con su vida me demuestra que nada es imposible y que todo lo podemos lograr.

A:

Ana Molina, por ser esa amiga incondicional, agradezco a Dios por tu vida y porque siempre has estado conmigo en todo momento.

A MIS MADRINAS:

Fabiola Tobar y Beatriz de León, por su apoyo, su confianza, sus consejos y sus muestras de cariño hacia mí.

A TODA MI FAMILIA Y AMIGOS:

Me emociono al poder darles las gracias de corazón por haber compartido conmigo estos años de mi vida, que de un modo u otro me han aconsejado, ayudado, apoyado o simplemente acompañado para poder terminar lo que un día empecé.

AGRADECIMIENTOS

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS:

Especialmente a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia por haberme formado profesionalmente y prepararme para servir al pueblo de Guatemala.

A MIS ASESORES Y EVALUADORES:

Por la paciencia y apoyo que me brindaron en el transcurso de mi tesis, Dra. Jacqueline Escobar, Dr. Alejandro Hun, Dra. Andrea Muñoz.

AL DEPARTAMENTO DE MICROBIOLOGÍA:

Por su colaboración y amabilidad para poder realizar este estudio.

A MIS AMIGOS:

Los Sadik's, las Amiguis, y muchos otros amigos que, de una u otra forma, son parte importante de mi vida, por la oportunidad que me dieron de conocerles, en los momentos buenos y malos durante la carrera, la época universitaria con ustedes fue lo mejor.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	OBJETIVOS.....	3
	2.1 Objetivo general.....	3
	2.2 Objetivos específicos.....	3
III.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
	3.1 Enfermedades de transmisión alimentaria (ETAs).....	4
	3.1.1 Inocuidad de los alimentos.....	4
	3.1.2 Brotes por consumo de huevo contaminado.....	5
	3.1.2.1 Antecedentes de enfermedades transmitidas por alimentos en Guatemala.....	6
	3.2 Huevo criollo o de traspatio.....	7
	3.3 Salmonelosis.....	8
	3.3.1 Agente etiológico.....	8
	3.3.2 Transmisión.....	9
	3.3.3 Epidemiología de la infección por <i>Salmonella sp.</i>	10
	3.3.4 Mecanismos de transmisión de <i>Salmonella</i> en el huevo...	10
	3.3.5 Impacto de <i>Salmonella sp.</i> en Salud Pública.....	12
	3.3.6 Diagnóstico.....	14
	3.3.6.1 Diagnóstico de <i>Salmonella sp.</i> en alimentos.....	14
	3.4 Colibacilosis.....	15
	3.4.1 Agente etiológico.....	16
	3.4.2 Transmisión.....	17
	3.4.3 Epidemiología de la infección por <i>Escherichia coli</i>	18
	3.4.4 Impacto de <i>Escherichia coli</i> en Salud Pública.....	18
	3.4.5 Diagnóstico.....	19
	3.4.5.1 Diagnóstico de <i>E. coli</i> en alimentos.....	19
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
	4.1 Materiales.....	21

4.1.1	Recursos humanos.....	21
4.1.2	Recursos de campo.....	21
4.1.3	Recursos biológicos.....	21
4.1.4	Recursos de escritorio.....	21
4.1.5	Materiales de laboratorio.....	21
4.2	Metodología.....	22
4.2.1	Área de estudio.....	22
4.2.2	Diseño de estudio.....	22
4.2.3	Cálculo de muestra.....	22
4.2.4	Muestreo.....	24
4.2.4.1	Criterios de inclusión.....	24
4.2.4.2	Criterios de exclusión.....	24
4.2.5	Variables a medir.....	24
4.2.6	De laboratorio.....	24
4.2.6.1	Examen físico.....	25
4.2.6.2	Examen bacteriológico.....	25
4.2.6.2.1	Aislamiento de <i>Salmonella sp.</i> según método ISO (Global Salm-Suv) para aislamiento de <i>Salmonella</i> en alimentos y heces.....	25
4.2.6.2.2	Aislamiento de <i>Escherichia coli</i> según método Chromocult coliforme Agar..	26
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
VI.	CONCLUSIONES.....	29
VII.	RECOMENDACIONES.....	30
VIII.	RESUMEN.....	31
	SUMMARY.....	33
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34
X.	ANEXOS.....	38

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1

Formato de boleta de recolección de las muestra.....23

Cuadro 2

Determinación de *Salmonella sp.* y *Escherichia coli* en la parte interna del huevo criollo27

I. INTRODUCCIÓN

Las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA's) son un importante problema de salud pública, la incidencia de estas es un indicador directo de la calidad higiénico-sanitaria de los alimentos y se ha demostrado que la contaminación de estos puede ocurrir durante su procesamiento o por el empleo de materia prima contaminada.

Por parte de la población el consumo de huevo es de importancia, por ser de gran valor nutritivo en la alimentación diaria del hombre. El huevo es símbolo de vida y ha estado presente desde la antigüedad en la alimentación. Se lo considera un alimento protector por la cantidad y calidad de macronutrientes que aporta. Además, la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) lo reconoce como uno de los alimentos más nutritivos de la naturaleza. Ya que la clara está formada principalmente por agua y proteínas de alto valor biológico que contienen los 8 aminoácidos esenciales y la yema contiene lípidos, proteínas y es la mayor fuente de vitaminas, minerales y sustancias esenciales de este alimento (Sayar, s.f.).

Debido a su composición, los huevos pueden sufrir procesos de alteración con mucha facilidad, siendo necesario un control estricto desde los puntos de producción (granjas), hasta los de distribución en los mercados, pues en estos lugares es en donde se venden huevos que por lo regular no han pasado por un estricto control sanitario, ni de calidad, pues provienen de productores artesanales (traspatio) en donde no se practican inspecciones veterinarias ni de salud pública, sobre todo controles sobre la venta de huevos rotos.

Salmonella sp. es una de las causas más importantes de gastroenteritis por toxiinfección alimentaria en humanos, al consumir huevos provenientes de gallinas infectadas; *Escherichia coli* se identifica como agente causal de diarrea en

animales neonatos, adultos y en el hombre, la causa principal de transmisión al humano es por mal manejo de alimentos de origen animal y condiciones de higiene deficientes.

En Guatemala existe la costumbre de consumir huevos de traspatio porque se cree que son de mejor calidad que los huevos de granja y son más nutritivos, por lo que este estudio es de gran importancia ya que las condiciones higiénicas y profilácticas de esas gallinas se desconocen o son nulas y, que representa un riesgo para la salud de personas que consuman huevos criollos.

De ahí, la razón de realizar esta investigación al evaluar el huevo criollo de gallina por la población en riesgo que existe; será de gran utilidad para los consumidores finales de subproductos avícolas, como los huevos criollos y productos a base de ellos; ya que dentro de los procesos de producción puede contaminarse con microorganismos patógenos, por práctica deficiente de higiene, y convertirse entonces en un alimento contaminado, capaz de provocar daños a la salud del consumidor.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- Contribuir al estudio epidemiológico de *Salmonella sp.* y *Escherichia coli*, en huevos de gallina, como parte de salud pública veterinaria.

2.2 Objetivo Específico

- Determinar la presencia de *Salmonella sp.* y *Escherichia coli* en la parte interna de los huevos criollos de las diferentes ventas del mercado municipal de La Antigua Guatemala.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Enfermedades de Transmisión Alimentaria (ETAs)

Según la Organización Mundial de la Salud las enfermedades de transmisión alimentaria abarcan un amplio espectro de dolencias y constituyen un problema de salud pública creciente en todo el mundo. Se deben a la ingestión de alimentos contaminados por microorganismos o sustancias químicas. La contaminación de los alimentos puede producirse en cualquier etapa del proceso que va de la producción al consumo de alimentos ("de la granja a la mesa") y puede deberse a la contaminación ambiental, ya sea del agua, la tierra o el aire ([Organización Mundial de la Salud, 2018]).

La manifestación clínica más común de una enfermedad transmitida por los alimentos consiste en la aparición de síntomas gastrointestinales, pero estas enfermedades también pueden dar lugar a síntomas neurológicos, ginecológicos, inmunológicos y de otro tipo. La ingestión de alimentos contaminados puede provocar una insuficiencia multiorgánica, por lo que representa una carga considerable de discapacidad, así como de mortalidad (OMS, 2018).

3.1.1 Inocuidad de los Alimentos

Entre los tres tipos, (biológico, químico y físico), el peligro biológico representa el mayor riesgo a la inocuidad de los alimentos. Los peligros biológicos de origen alimentario incluyen organismos como bacterias, virus y parásitos. Estos organismos están frecuentemente asociados a manipuladores y productos crudos contaminados en un establecimiento. Varios de esos microorganismos están naturalmente presentes en el ambiente donde los alimentos se producen. Muchos son inactivados por la cocción y otros pueden controlarse con prácticas adecuadas

de manipulación y almacenaje (higiene, temperatura, tiempo y otras prácticas) ([Organización Panamericana de la Salud, 2016]).

Las bacterias patogénicas, generalmente, son las causantes de ETA. Es normal encontrar células viables de esos microorganismos en gran parte de los alimentos crudos. El almacenaje y manipulación inadecuados de esos alimentos pueden determinar un número significativamente más grande de microorganismos antes de la cocción, poniendo en riesgo la inocuidad del alimento y la salud del consumidor. Pese a que los alimentos crudos ofrecen más riesgos, los cocidos también proveen un medio fértil para el crecimiento rápido de microorganismos, si no se manipulan y almacenan adecuadamente (OPS, 2016).

3.1.2 Brotes por consumo de huevo contaminado

La carga de las enfermedades de transmisión alimentaria es considerable: cada año, aproximadamente una de cada 10 personas contrae la enfermedad y se pierden 33 millones de años de vida sana. Las enfermedades de transmisión alimentaria pueden ser graves, en especial cuando afectan a los niños pequeños. Los alimentos insalubres son la causa más común de las enfermedades diarreicas. Cada año enferman 550 millones de personas, de las cuales 220 millones son niños menores de 5 años. *Salmonella* es una de las cuatro causas principales de enfermedades diarreicas a nivel mundial (OMS, 2018).

En los Estados Unidos, se registran aproximadamente entre 500 y 600 casos mortales de salmonelosis por año. El índice de mortalidad general para la mayoría de las formas de salmonelosis es inferior al 1%; no obstante, algunas serovariedades o síndromes son más propensos a causar la muerte. Durante los brotes, aproximadamente el 10% de todos los casos y el 18% de los casos en ancianos terminan en enfermedades invasivas. En los brotes en hospitales o clínicas de reposo, el índice de mortalidad de la *Salmonella Enteritis* es de

aproximadamente el 3.6%. La gastroenteritis por *Salmonella* raramente es mortal en individuos sanos (The Center for Food Security & Public Health, 2005).

El 13 de abril del 2018, Rose Acre Farms de Seymour, Indiana, retiró voluntariamente 206,749,248 huevos con cascara porque podrian haberse contaminado con la bacteria *Salmonella*. La Administracion de Alimentos y Medicamentos rastreó la fuente de algunos de los huevos con cáscara suministrados a estos restaurantes a la granja de Rose Acre Farms en el condado de Hyde, Carolina del Norte. Los investigadores de la FDA inspeccionaron la granja y recogieron muestras para analizar. Las pruebas de laboratorio identificaron la cepa del brote de *Salmonella Braenderup* en muestras ambientales tomadas en la granja (Centros para el Control y Prevencion de Enfermedades, 2018).

La CDC (Centro para el Control y Prevención de Enfermedades), funcionarios de salud pública y reguladores en varios estados, y la Administración de Alimentos y Medicamentos de los EE. UU. (FDA) están investigando un brote multiestatal de infecciones por *Salmonella Enteritidis* vinculado a los huevos en cáscara de Gravel Ridge Farms. El 8 de septiembre del 2018, Gravel Ridge Farms retiró del mercado los huevos de tamaño grande, de gallinas criadas al aire libre, porque podrían estar contaminados con *Salmonella*. Se reportaron 14 personas infectadas por la cepa de *Salmonella Enteritidis*, los casos iniciaron entre el 10 de julio y el 7 de agosto del presente año, dos personas enfermas fueron hospitalizadas pero no se reportaron muertes. (CDC, 2018).

3.1.2.1 Antecedentes de enfermedades transmitidas por alimentos en Guatemala

Salmonella sp. y *Escherichia coli*, tienen gran impacto en salud pública; datos epidemiológicos indican que la gastroenteritis y la fiebre tifoidea son de distribución mundial, y ocurren en países desarrollados y subdesarrollados. Los

alimentos en donde se detectan estas patologías son principalmente: la carne de pollo, carne de cerdo, carne de pavo, productos con carne cruda, huevos y jamón de cerdo. En cuanto a la importancia de la bacteria *Escherichia coli*, es utilizado como indicador posible de contaminación fecal y presencia de patógenos en agua y alimentos debido a que se encuentra abundantemente en heces de humanos y animales (Soto, Pérez, & Estrada, 2016).

Los registros epidemiológicos del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Guatemala se limitan principalmente a la incidencia de las diarreas sin detallar el agente etiológico ni el alimento implicado en la transmisión de la enfermedad. Las diarreas son el segundo problema en importancia como causa de muerte entre lactantes y niños, después de la neumonía. Igualmente está en la segunda posición entre las enfermedades infecciosas, después de las infecciones respiratorias agudas. Varios estudios hechos en la población han identificado los agentes relacionados con los brotes de diarrea. La mayoría de los estudios han enfocado el problema de la contaminación del agua (Pulido, s.f.).

3.2 Huevo criollo o de traspatio

Es el que proviene de una explotación aviar con escasas prácticas de manejo, son un fenotipo rustico resultado de cruces entre aves. Las aves de traspatio son importantes debido a que generan ingresos y son una de las principales fuentes de proteína (carne y huevos) a nivel familiar en el área rural. En esta práctica no existen controles sanitarios ni zootécnicos, no hay una alimentación balanceada, ni instalaciones adecuadas y medidas de bioseguridad nulas, vienen de una explotación domiciliar donde el número de aves es limitado. La crianza de estas aves no demanda grandes costos de inversión (Sayar, s.f.).

3.3 Salmonelosis

Es una enfermedad infecciosa de declaración obligatoria ocasionada por bacterias del género *Salmonella*; los serotipos “paratifoídicos” de *Salmonella* producen un síndrome similar a la fiebre tifoidea. En raros casos, otras serovariedades como *S. Enteritidis* pueden causar “Fiebre entérica”. De forma general, en el hombre y los animales se conocen dos presentaciones de la enfermedad: La gastroenteritis de curación espontánea (por *S. Enteritidis*, *S. Typhimurium* y otras) y bacteriemia con fiebre (principalmente por *S. Typhi* en el hombre) (Rivera, Motta, Cerón, & Chimonja, 2012).

El ingreso de la bacteria se da por vía oral tras ingerir alimentos contaminados, aunque también se han notificado brotes de salmonelosis a partir de aguas contaminadas. El enteropatógeno afecta el sistema digestivo y produce una diarrea aguda hipersecretora; en casos graves puede causar sepsis, endotoxemia, coagulación intravascular diseminada, insuficiencia multiorgánica y fallecimiento. Aproximadamente el 5% de las personas con gastroenteritis pueden desarrollar bacteriemia, siendo los serotipos *S. Typhi*, *S. Paratyphi*, *S. Choleraesuis* y *S. Dublin*, los que comúnmente se aíslan en infecciones clínicas y subclínicas en humanos (Rivera et al., 2012).

3.3.1 Agente etiológico

El género *Salmonella* pertenece a la familia *Enterobacteriaceae*, son bacilos gramnegativos, no formadores de esporas, anaerobios facultativos, provistos de flagelos y móviles. Crecen bien en los medios de cultivo habituales. De acuerdo con la presencia de los antígenos O (lipopolisacárido), Vi (polisacárido capsular) y H (flagelar) pueden actualmente serotiparse en más de 2.300 serovariedades (Jurado, Arenas, Doblas, Rivero, & Torre, 2010).

3.3.2 Transmisión

Salmonella sp. se transmite principalmente por vía fecal-oral. Se transportan asintomáticamente en el intestino o la vesícula biliar de muchos animales y se excretan de manera continua o intermitente a través de las heces. También pueden transportarse de forma latente en los ganglios linfáticos mesentéricos o amígdalas; estas bacterias no se excretan, sino que se reactivan luego del estrés o la inmunosupresión. Los fómites y vectores mecánicos (insectos) pueden propagar *Salmonella* (CFSPH, 2005).

La transmisión vertical ocurre en las aves, con contaminación de la membrana vitelina, albumen y posiblemente la yema de huevo. *Salmonella sp.* también se pueden transmitir in útero en los mamíferos. Los animales pueden infectarse con agua o alimentos contaminados (incluidas las pasturas) o por el contacto con un animal infectado (incluidos los seres humanos). Las aves y los roedores pueden propagar *Salmonella* al ganado vacuno. Los carnívoros también se infectan a través de la carne, los huevos y otros productos de origen animal que no se cocinan correctamente. Con frecuencia, los gatos contraen *Salmonella Typhimurium* después de alimentarse de aves infectadas o de pasar tiempo cerca de los comederos de pájaros (CFSPH, 2005).

Con frecuencia las personas se infectan cuando ingieren alimentos contaminados de origen animal como carne o huevos. También pueden infectarse al ingerir organismos presentes en las heces animales, ya sea de forma directa o en alimentos o agua contaminada. Las especies de *Salmonella sp.* pueden sobrevivir durante períodos prolongados en el ambiente, especialmente cuando es cálido y húmedo. Pueden ser aisladas de muchas fuentes, incluidos los efluentes de las granjas, las aguas residuales húmedas y el agua. *Salmonella choleraesuis* ha sido aislada por hasta 450 días de carne porcina y por varios meses de heces o aguas fecales. Se ha encontrado *Salmonella typhimurium* y *Salmonella dublin* en el ambiente por más de un año (CFSPH, 2005).

Las salmonelas pueden atravesar toda la cadena alimentaria, desde los piensos para animales y la producción primaria hasta los hogares o los establecimientos e instituciones de servicios de comidas. Por lo general, las personas contraen la salmonelosis a través del consumo de alimentos contaminados de origen animal (principalmente huevos, carne, aves de corral y leche), aunque también hay otros alimentos que se han vinculado a la transmisión, como por ejemplo las hortalizas contaminadas por estiércol. Pueden transmitirse entre las personas por vía fecal-oral ([Organización Mundial de la Salud, 2017]).

Además, se pueden producir casos cuando las personas entran en contacto con animales infectados, incluidas las mascotas. A menudo, esos animales no presentan signos de enfermedad (OMS, 2017).

3.3.3 Epidemiología de la infección por *Salmonella* sp.

Las infecciones de origen alimentario causadas por *Salmonella* son más frecuentemente asociadas al serotipo *Enteritidis*, y tienen distribución mundial. Solo en los Estados Unidos se presentaron un total de 121 brotes de *Salmonella* sp. en el año 2006, causando más de 3,300 casos reportados por el Sistema de información del Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades, (CDC) en donde los serotipos más comúnmente encontrados fueron *Salmonella Enteritidis* y *Salmonella Typhimurium*. En los Estados Unidos los alimentos a base de huevo o que contienen huevo como parte de sus ingredientes han sido descritos como la fuente del 75% de los brotes alimentarios como vehículos confirmados desde 1985 a 2006 (Rincón, Ramírez, & Vargas, 2011).

3.3.4 Mecanismos de transmisión de *Salmonella* en el huevo

El contenido interno de los huevos recién puestos es generalmente estéril. Al momento de la ovoposición, los huevos tienen cierto grado de contaminación en la superficie debido al paso a través de la cloaca de la gallina. No obstante, en un

período de tiempo relativamente corto después de la puesta, en su exterior se pueden encontrar gran cantidad de microorganismos que, bajo condiciones apropiadas pueden penetrar en los huevos, crecer en su interior y alterarlos (Rincón et al., 2011).

- Transmisión Vertical: Los huevos pueden contaminarse desde los ovarios y oviductos infectados durante la formación del huevo. El concepto de transmisión vertical considera la contaminación de la superficie del cascarón al pasar el huevo por la vagina, contaminación de la yema en el ovario o contaminación durante el pasaje por el oviducto contaminado. Una vez *Salmonella* se establece dentro de los huevos formados en el oviducto, debe buscar estrategias que aseguren su supervivencia. De esta manera se localiza en la albúmina, migra a través de ella y penetra la membrana vitelina hasta alcanzar la yema, para ello es necesario contar con mecanismos que le permitan enfrentar el contenido de péptidos antimicrobianos como la lisozima, la ovotransferrina y el alto pH, presentes en la albúmina (Rodríguez, s.f.).
- Transmisión Horizontal: se lleva a cabo cuando *Salmonella sp.* u otros microorganismos penetran el cascarón que ha sido contaminado con las heces de la gallina depositadas en el exterior del huevo al pasar a través de la cloaca. Después de que está formado el cascarón, *Salmonella sp.* se establece en el interior del huevo antes de que se desarrolle en la superficie la barrera de proteína que previene la invasión de bacterias, lo cual permite que este microorganismo colonice y sobreviva en el contenido interno del huevo (Rincón et al., 2011).
- Transmisión Lateral: Es una ruta de infección que ocurre por contaminación a través del alimento, agua, e instalaciones o vectores, como, por ejemplo, aves silvestres, roedores, animales domésticos y humanos. La penetración

al interior del huevo por *Salmonella* y otras bacterias aumenta con la duración del contacto con material contaminado, especialmente durante el almacenamiento a altas temperaturas y alta humedad relativa. La presencia de *Salmonella sp.* en el ambiente de las granjas de gallinas ponedoras generalmente es aceptada como una indicación sensitiva y relevante de los huevos contaminados que pueden producirse. En general, cuando *Salmonella sp.* está presente en el exterior de los huevos muere rápidamente, pero la sobrevivencia puede ser posible por una alta humedad relativa y adecuada temperatura, dejando claro que *Salmonella sp.* puede persistir largos periodos de tiempo en huevos almacenados a temperatura ambiente (Rodríguez, s.f.).

3.3.5 Impacto de *Salmonella sp.* en Salud Pública

Aunque puede ser muy variado el número de salmonellas implicadas en la patología humana y haber diferencias según las áreas geográficas, las más frecuentes son la *S. typhimurium*, la *S. enteritidis* y la *S. virchow*. Su reservorio habitual es el tubo digestivo de las aves, cerdos, bóvidos y muchos otros animales salvajes o de compañía, siendo con diferencia los productos del pollo y gallina (carne y huevos) el origen de la mayoría de los casos. Las personas portadoras crónicas son también fuente de infección. El mecanismo de transmisión es el consumo de agua o alimentos contaminados. Durante las épocas de calor, al aumentar en el verano el consumo de la ingesta de productos poco cocidos o elaborados con huevo (helados, mayonesas, etc.) aumenta la incidencia de esta patología, que en ocasiones se presenta en brotes de grupos más o menos amplios de personas cuando el producto infectado forma parte de la comida consumida en celebraciones o de una cadena de elaboración de productos alimenticios (Jurado et al., 2010).

El huevo de gallina es considerado un alimento sano y de gran valor nutritivo, siendo una fuente excelente de proteínas de alta calidad. Su consumo es cada vez

más significativo, dada la actual tendencia de los consumidores de adquirir productos “naturales”. Debido a las características antes mencionadas, se ha observado que quienes lo consumen principalmente son niños y ancianos, vale decir que estos son los grupos de edad más susceptibles de una población, por lo que adquirir huevos de óptima calidad tanto nutritiva como microbiológica es fundamental. Cabe señalar que, en la producción casera, el manejo general de las gallinas es deficiente, prácticamente no se realizan controles sanitarios y la higiene del entorno es mínima, lo anterior incrementa la posibilidad de producir huevos con diversos grados de contaminación, que exponen la salud de quienes los consumen. En este contexto se debe mencionar que las enfermedades transmitidas por alimentos (ETAs) han sido reconocidas como el problema de salud pública más extendido en la actualidad, un claro ejemplo son las infecciones causadas por *Salmonella sp.*, transmitidas principalmente por productos provenientes de aves de corral (huevos y carne). Es importante considerar que la aparición de *Salmonella Enteritidis* como causa principal de salmonelosis humana en muchos países se atribuye a la excepcional capacidad de esta variante sérica para colonizar el tejido ovárico de las gallinas y estar presente en el contenido de los huevos con la cáscara intacta (Uribe & Suarez, 2016).

La ausencia de toxinas termoestables de *Salmonella sp.* hace que sus principales fuentes de transmisión sean este tipo de alimentos inadecuadamente preparados o la contaminación cruzada que se produce por el contacto de los alimentos durante su proceso de elaboración con otros alimentos o utensilios contaminados con *Salmonella sp.* ya que esta puede permanecer y multiplicarse en los equipos y en el ambiente en cualquier proceso de manipulación o procesamiento de alimentos. En el ámbito mundial *Salmonella sp.*, está asociada con mucha frecuencia a las enfermedades diarreicas, las cuales continúan siendo una de las causas más importantes de morbilidad y mortalidad sobre todo en lactantes, niños y ancianos. Se ha estimado que, en Asia, África y Latinoamérica, dependiendo de factores socioeconómicos y nutricionales, la probabilidad de que

un niño muera por enfermedad diarreica antes de los 7 años pueda ser hasta de un 50% (Rincón et al., 2011).

3.3.6 Diagnóstico

La Salmonelosis se puede confirmar aislando los organismos presentes en las heces o, en caso de enfermedad diseminada, en la sangre. Es posible cultivar los huevos embrionados de las aves. La *Salmonella* crece en diferentes medios selectivos y no selectivos, entre ellos, en sangre, MacConkey, eosina azul de metileno, sulfito de bismuto, Salmonella-Shigella y agar verde brillante. Los caldos de enriquecimiento pueden incrementar la probabilidad de aislar el organismo suprimiendo los organismos competidores. Los métodos para detectar *Salmonella* (pre-enriquecimiento) se diseñan principalmente para el análisis alimentario (CFSPH, 2005).

3.3.6.1 Diagnóstico de *Salmonella* sp. en alimentos

Salmonella es una bacteria invasora que causa infecciones humanas, conocidas como salmonelosis. Puesto que el intestino es el hábitat natural de algunas variedades de *Salmonella*, los alimentos sin procesar de una fuente animal ocasionalmente albergan al patógeno. Por consiguiente, *Salmonella* se encuentra en productos derivados de aves de corral, incluidos pollo, huevo y pavo. De igual manera, mariscos, leche y ensaladas han estado implicados en brotes de salmonelosis. Sólo algunas especies de *Salmonella* son patógenas para los seres humanos, pero todas las salmonelas son inaceptables en alimentos listos para comer. Por tanto, el alimento se analiza para determinar la presencia o ausencia de *Salmonella* (Prado, Rodríguez, Figueroa, & Shirai, 2013).

Los métodos convencionales de detección de *Salmonella* dependen de las características del cultivo. Estos métodos implican el pre enriquecimiento y el enriquecimiento selectivo, seguidos de los pasos de aislamiento y las pruebas de

identificación. Los pasos de enriquecimiento y aislamiento son técnicas principalmente de cultivo, en tanto que la identificación se basa en el análisis bioquímico (Prado et al., 2013).

En la identificación final de *Salmonella sp.* las colonias sospechosas observadas en los medios de cultivo se someten a pruebas de reacción bioquímica con el fin de confirmar la presencia de la bacteria. En general a *Salmonella sp.*, se le realizan un conjunto de pruebas que incluyen, producción de indol, rojo de metilo, Voges-Proskauer, Citrato, TSI, hidrólisis de la urea, fermentación de glucosa con producción de ácido y gas, por mencionar algunas (Pachón, 2009).

3.4 Colibacilosis

La colibacilosis es causada por una infección de *Escherichia coli*. Es una bacteria que se encuentra normalmente en el intestino del ser humano y de los animales de sangre caliente. (Organización Mundial de la Salud, 2017) Los humanos se infectan por consumo de alimentos contaminados tales como carnes mal cocidas, especialmente carne molida, hamburguesas, aguas y jugos, o a través de contacto directo con animales y la transmisión de persona a persona, presentando síntomas compatibles con intoxicación grave (Delgado & Guerrero, 2010).

La *E. coli* tiene un origen específicamente fecal, rara vez se encuentra en agua o suelo que no haya sufrido algún tipo de contaminación fecal. Por tanto, se considera que la detección de estos organismos fecales o la presunción de *E. coli* constituye una información suficiente como para conocer la naturaleza fecal de dicha contaminación (Goez, Vázquez, & Pena).

Se trata, de una de las zoonosis alimentarias más frecuentes e importantes en el hombre debido a la gravedad de los cuadros clínicos y al número de afectados, poniendo en grave riesgo la salud pública (Gibert, 2010).

3.4.1 Agente etiológico

Escherichia coli es conocida como habitante saprófito del intestino, se presenta como bacilos rectos, gramnegativos, que según las condiciones pueden aparecer aislados o en pares. Entre los elementos constitutivos de su estructura, además de la pared bacteriana, se destacan los pili o fimbrias, la cápsula, los flagelos peritricos y la membrana externa (Parma, 2007).

Las cepas patógenas de *E. coli* se engloban en diferentes grupos o categorías, con unas características y mecanismos de virulencia determinados que actúan conjuntamente para potenciar su patogenicidad, produciendo infecciones y síndromes diferentes (Gibert, 2010). Estos grupos son:

- *E. coli* enteropatogénico (ECEP): comprende aquellas que causan la lesión de adhesión y borrado de las microvellosidades de los enterocitos.
- *E. coli* enterotoxigénico (ECET): junto con ECEP son los patógenos responsables de la diarrea del viajero o de origen alimentario por alimentos importados, muy frecuente en países subdesarrollados. Se adhiere a la mucosa del intestino delgado, no la invade, y se produce la liberación de enterotoxinas (termolábil “LT” y termoestable “ST”), responsables del cuadro clínico.
- *E. coli* enteroinvasivo (ECEI): el grupo ECEI y *Shigella spp.* se encuentra relacionado genética y bioquímicamente. Se asocia fundamentalmente con brotes de origen alimentario por alimentos importados, siendo responsables de la “diarrea del viajero”.

- *E. coli* enteroagregativo (ECEA): la infección se ha asociado con la diarrea infantil en países en vías de desarrollo, puede causar brotes o casos aislados de diarrea persistente (Gibert, 2010).

3.4.2 Transmisión

E. coli es la especie bacteriana predominante de la microbiota normal aerobia y anaerobia facultativa del aparato digestivo de la mayor parte de los animales y del hombre y por tanto, se elimina por las heces al exterior. En el hombre, la colibacilosis entérica se produce por la penetración de *E. coli* a través de los alimentos permaneciendo en el epitelio intestinal causando, en general, cuadros de diarrea que en casos más graves pueden evolucionar a disentería, colitis hemorrágica (CH), el síndrome urémico hemolítico (SUH) e incluso a púrpura trombocitopénica (PTT) (Gibert, 2010).

Un número creciente de brotes se asocian al consumo de frutas y verduras (como las coles de Bruselas, las espinacas, la lechuga, las ensaladas de col y de otro tipo) contaminadas por el contacto con las heces de animales domésticos o salvajes en algún momento durante su cultivo o manipulación. También se ha aislado *E. coli* productora de toxina Shiga en masas de agua (estanques y arroyos), pozos y abrevaderos, y se ha observado que puede sobrevivir durante meses en el estiércol y en los sedimentos de recipientes de agua. Se ha informado de casos de transmisión por el agua, tanto por agua de bebida contaminada como por aguas de recreo (OMS, 2017).

Es una enfermedad muy importante en la avicultura de puesta ya que supone un serio problema en relación con la salud animal, por ser una de las principales causas de enfermedad, mortalidad y pérdidas económicas en las granjas avícolas de puesta. Este hecho se debe a la frecuencia con la que se presenta y a la disminución de índices productivos y de bienestar animal (Gibert, 2010).

3.4.3 Epidemiología de la infección por *Escherichia coli*

La *E. coli* es una enfermedad de distribución mundial, con áreas endémicas en países en desarrollo, es importante en Norteamérica, Suráfrica, Europa, Japón, como en sur de Suramérica y Australia (Delgado & Guerrero, 2010).

La prevalencia es mayor en zonas húmedas y cálidas, condiciones que prolongan la sobrevivencia del microorganismo en el medio ambiente. El suelo y el agua suelen ser las fuentes de infección, contaminados por las eyecciones de los animales diarreicos (Parma, 2007).

Desde las fuentes, el microorganismo es transmitido al animal por la vía digestiva, a través de la bebida y los alimentos. La mortalidad es baja si se administra una rápida y oportuna terapéutica, pero puede aniquilar un criadero en pocos días si no se toman medidas a tiempo. El hacinamiento y la falta de higiene, son causas de merma importantes en un establecimiento. Como es de esperar, los ejemplares más susceptibles resultan ser los neonatos, particularmente si no han recibido adecuada inmunoprotección materna. Por esta razón, la prevalencia es mayor entre los terneros nacidos de madres que no han sido expuestas anteriormente a cepas patógenas de *E. coli* o vacunadas. Su existencia en un grupo de animales inmunológicamente desprotegidos, crea focos de multiplicación y diseminación de las cepas patogénicas (Parma, 2007).

3.4.4 Impacto de *Escherichia coli* en Salud Pública

El ambiente principal en el que se desarrolla la *Escherichia coli* es el tracto intestinal inferior de los mamíferos, aves, y el hombre. Pertenece a la microbiota bacteriana normal actuando como comensal, esta microbiota comensal contiene cerca de 400 especies de microorganismos los cuales conviven armónicamente en el intestino. La *E. coli* ingresa al tracto intestinal en la fase de lactancia de los

niños, se adhiere a la mucosa del intestino grueso y una vez establecida en el lugar puede persistir indefinidamente a pesar de representar solo el 0.1% de la población bacteriana total, en el ser humano el intestino se encuentra colonizado después de 40 horas del nacimiento (Llamosas, 2016).

Sin embargo, por la alteración del microambiente puede generar enfermedades gastrointestinales y/o extra intestinales (septicemia, infección de las vías urinarias, bacteremia, meningitis, entre otras). Las cepas patógenas intestinales desencadenan enfermedades diarreicas las cuales causan, a nivel mundial, cerca de 2 – 3 millones de muertes al año, dentro del grupo poblacional susceptible se encuentran los niños de entre 0 – 5 años debido a la gran facilidad de ingestión de alimentos y agua contaminada (Llamosas, 2016).

3.4.5 Diagnóstico

Los medios adecuados para el crecimiento de agentes bacterianos como *E. coli* son el agar MacConkey, agar Sangre o agar Eosina – Azul de metileno, debido a su capacidad de fermentar, es decir, convertir los sustratos ricos en carbohidratos y azúcares en energía, siendo los más utilizados los dos primeros (Llamosas, 2016).

3.4.5.1 Diagnóstico de *E. coli* en alimentos

Los sistemas de identificación y tipificación de las cepas de *E. coli* aviares son muy variados y tienen como objetivo fundamental distinguir entre cepas patógenas y no patógenas, gracias a la determinación de características de virulencia, así como el establecimiento de las relaciones epidemiológicas entre las cepas (Gibert, 2010).

Tras la toma de muestras, se procede al aislamiento en medios de cultivo, los más utilizados son:

- Agar Columbia con 5% de sangre de cordero.
- Agar BHI.

También existen medios de cultivo selectivos diferenciales como el agar McConkey. Se utiliza fundamentalmente para el aislamiento de miembros de la Familia *Enterobacteriaceae* y diferenciación de *E. coli* de otros patógenos intestinales de la misma familia. Los componentes selectivos lo constituyen el Cristal Violeta (inhibidor de los microorganismos Gram positivos) y las Sales Biliares (Gibert, 2010).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Materiales

4.1.1 Recursos humanos

- Estudiante investigador.
- Asesores de Tesis.
- Personal del Laboratorio de Microbiología.

4.1.2 Recursos de campo

- Vehículo.
- Boletas de control.
- Lapicero.

4.1.3 Recursos biológicos

- 53 huevos criollos del mercado Municipal de Antigua Guatemala.

4.1.4 Recursos de escritorio

- Computadora.
- Impresora.
- Libreta de apuntes.
- Lapiceros.

4.1.5 Materiales de laboratorio

- Balanza.
- Bolsas plásticas estériles.

- Campana de flujo laminar.
- Autoclave.
- Mechero.
- Asa bacteriológica.
- Incubadora.
- Cajas de Petri.
- Pipetas.
- Agitador.
- Alcohol al 70°.
- Agua Peptonada.
- Caldo Tetracionato.
- Agar Xilosa lisina tergitol (XLT4).
- Agar Rambach.
- Placas de Chromocult.
- Agar TSI.
- Agar Urea.
- Agar SIM.

4.2 Metodología

4.2.1 Área de estudio

El presente estudio se realizó con las muestras de huevo criollo que se obtuvieron de las ventas del Mercado Municipal de La Antigua Guatemala, municipio de Sacatepéquez.

4.2.2 Diseño de estudio

Estudio descriptivo de corte transversal.

4.2.3 Cálculo de muestra

La toma de muestra se hizo los días sábado durante 4 semanas. Haciendo la recolección de las muestras en las seis ventas de huevo criollo ubicadas en el interior del mercado Municipal de Antigua Guatemala, se recolectaron 16 huevos durante tres sábados y el último 5 huevos para recolectar un total de 53 muestras para el estudio (Cuadro 1).

CUADRO 1 FORMATO DE BOLETA DE RECOLECCIÓN DE LAS MUESTRAS

Boleta No. 1		Boleta No. 2	
Fecha: 29/09/2018		Fecha: 06/10/2018	
No. De Puesto	No. De muestras	No. Puesto	No. De muestras
1	3	1	2
2	3	2	3
3	3	3	3
4	3	4	2
5	2	5	3
6	2	6	3
Boleta No. 3		Boleta No. 4	
Fecha: 13/10/2019		Fecha: 20/10/2019	
No. De Puesto	No. De muestras	No. De Puesto	No. De muestra
1	3	1	1
2	2	2	1
3	3	3	1
4	2	4	0
5	3	5	1
6	3	6	1

Fuente: Elaboración propia.

El total de muestras se obtuvo mediante la fórmula para cálculo de muestra de poblaciones finitas.

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \times p \times q}$$

Donde:

- N= 240 total de la población, este número se obtuvo del total de huevos que vende cada puesto el día sábado, que son 40 huevos por 6 puestos en el mercado. Se realizó un sondeo en cada puesto para determinar el número de huevos que venden en cada puesto.
- $Z_{\alpha}^2 = 1.65^2$, la confianza que se utilizó fue del 90%
- p= proporción esperada 50% (0.5), se utilizó esta proporción ya que determina el tamaño muestral mayor, ya que no hay estudios previos al que se realizó.
- q= 1-p (1-0.5= 0.5), este es el valor de la proporción que se utilizó menos 1.
- d= precisión (10%= 0.10), es el error máximo que se aceptó para la proporción que se utilizó.

4.2.4 Muestreo

4.2.4.1 Criterios de inclusión

- Todos los huevos criollos que se utilizaron para el estudio.

4.2.4.2 Criterios de exclusión

- De los huevos criollos, se excluyeron los que estaban quebrados.

4.2.5 Variables a medir

- Presencia o ausencia de *Salmonella sp.*
- Presencia o ausencia de *Escherichia coli*.

4.2.6 De laboratorio

La parte práctica se realizó en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

4.2.6.1 Examen físico

Se realizó una inspección visual del huevo (figura 1), para determinar sus características externas (limpieza y estado del cascarón).

4.2.6.2 Examen bacteriológico

Para el análisis de la microbiota interna (yema y clara) es necesaria la desinfección, por lo que se inició lavando los huevos con jabón y agua (figura 2), luego la desinfección de la cáscara. Utilizando un algodón empapado con alcohol al 70%, se limpió toda la superficie y se dejó secar completamente (figura 3). Esto con el fin de minimizar cualquier contaminación externa del huevo y que no interfiriera con la interna.

4.2.6.2.1 Aislamiento de *Salmonella* sp. según método ISO (Global Salm-Surv) para aislamiento de *Salmonella* en alimentos y heces

- Se rompió el huevo y asépticamente se introdujo el contenido en un recipiente estéril (Imagen 4).
- Se homogenizó el contenido y se pesaron 25 gramos de cada muestra y se añadieron a 225 ml de Agua Peptonada (AP) 1:10, se incubó a 37°C por 24 hrs (figura 5).
- Se tomó 0.1ml del cultivo de enriquecimiento de AP y se sembró en 10 ml. de caldo Tetratiónato y se incubó a 42°C durante 24hrs (figura 6).
- Se inoculó 10 µl de caldo Tetratiónato al Agar XLT4 y Agar Rambach. Se sembró en estría por agotamiento. Se incubó a 37°C durante 24 hrs (figura 7).

- Se realizó la lectura de las placas, las cuales no obtuvieron crecimiento (figura 8).
- Debido a los resultados obtenidos en los medios de cultivo, las pruebas bioquímicas no se utilizaron ([Organización Mundial de la Salud, 2005]).

4.2.6.2.2 Aislamiento de *Escherichia coli* según método Chromocult coliforme Agar

- Se pesaron 10 gramos de cada muestra en 90 ml de agua peptonada, se incubó a 37°C por 24 horas (figura 9).
- Se sembró 1ml en placas de Chromocult y se incubó a 37°C durante 48hrs (figura 10).
- Solo se tomarían en cuenta las colonias de color azul violeta (morado) (Imagen 11), el fundamento de este método es la combinación de dos sustratos cromógenos, que permiten detección simultánea de coliformes totales y *E. coli*. El sustrato Salmon-GAL es escindido por la enzima β -D-glucoronidasa característica de coliformes y provoca una coloración roja de las colonias de coliformes. La identificación de la β -D-glucoronidasa característica para *E. coli* tiene lugar mediante el sustrato X-glucorónido, cuyo producto de escisión produce una coloración azul de las colonias positivas. Ya que *E. coli* escinde tanto Salmon-GAL como X-glucorónido, las colonias se tiñen de violeta-azul oscuro y debido a ello son fáciles de diferenciar de las restantes coliformes, que se presentan de color rojo. Todas las siembras fueron negativas (Merck, 2000).

4.2.7 Análisis estadístico

Para analizar los resultados se utilizó estadística descriptiva.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se trabajaron las muestras en el laboratorio de Microbiología, estas procedían del Mercado Municipal de la Antigua Guatemala. A cada muestra se le realizó dos pruebas; una para determinar la presencia de *Salmonella sp.* a través del método ISO (Global Salm-Surv) para aislamiento de *Salmonella* en alimentos y heces y otra para determinar la presencia de *Escherichia coli* a través del método Chromocult coliforme Agar. Ambas de la parte interna del huevo (mezcla de clara y yema).

De todas las siembras realizadas, en ninguna hubo crecimiento; por lo que el 100% de las muestras del estudio son negativas (Cuadro No. 2).

Cuadro 2 DETERMINACIÓN DE *Salmonella sp.* Y *Escherichia coli* EN LA PARTE INTERNA DEL HUEVO CRIOLLO

Número de muestras	<i>Salmonella sp.</i>		<i>Escherichia coli</i>	
	Positivo	Negativo	Positivo	Negativo
53		X		X

Fuente: Elaboración propia.

Según Andreu et al., (2009) mencionan que, en el caso de las aves, como en otras especies animales, la excreción de *Salmonella* a través de las heces es intermitente, coincidiendo habitualmente con situaciones estresantes, como el transporte, la mezcla de animales de edades diferentes, o coincidencia con otras enfermedades, especialmente las inmunosupresoras. Puede haber presencia de *Salmonella* en la cascara de los huevos por contaminación horizontal principalmente (suelo, heces, ambiente, inapropiado almacenamiento), sin embargo, esta contaminación no puede afectar el contenido de los huevos, ya que este es normalmente el resultado de la infección del tejido reproductivo (contaminación vertical), más que el paso a través de la cascara después de la puesta del huevo (contaminación horizontal).

Existe dificultad a la hora de detectar *Salmonella* en huevos, esto se debe, como ya se ha demostrado, a la baja prevalencia de huevos contaminados y a la presencia de sustancias inhibidoras en la albumina del huevo. Sin embargo, la yema es altamente rica en hierro, lo que la hace un medio apropiado para el crecimiento de bacterias comparado con la albúmina que es deficiente en hierro (Andreu., et al 2009). Por tal razón en el presente estudio se homogenizó el contenido del huevo, antes del análisis para incrementar la posibilidad de detección y hacer de la yema un medio disponible para las bacterias.

Hay que considerar que aun habiendo presencia de contaminantes en la cáscara ninguno de ellos dio positivo a *Salmonella sp.* y a *Escherichia coli*, por lo que demuestra que la cáscara a pesar de poseer porosidades, es una barrera física eficiente que ayuda a controlar el ingreso de microorganismos del medio ambiente externo, y si este caso se presentara (contaminación de la clara y/o la yema), entonces existiría una transmisión vertical, desde los ovarios y oviductos infectados durante la formación del huevo.

Según Sánchez (2012), en su validación de un método para asilar *Salmonella* en huevos y pollo, logró la presencia de la bacteria a través de técnicas más avanzadas como la inmuno-concentración; utilizando una fase inicial de enriquecimiento combinada con dicha técnica de alta sensibilidad.

Según Medina (2010), menciona que las aves sanas con un sistema inmunológico que funciona bien, son extraordinariamente resistentes a la exposición natural de *E. coli* en el medio ambiente, la infección en el oviducto, las enfermedades respiratorias y el manejo de aves después del inicio de la producción del huevo pueden resultar en yemas u óvulos colocados fuera del oviducto con el potencial de convertirse en peritonitis. Además, hay altos niveles de estrógenos cuando las aves entran en el pico de producción lo cual las vuelve más susceptibles a una infección bacteriana por supresión del sistema inmunitario.

VI. CONCLUSIONES

- La presente investigación contribuyó al conocimiento epidemiológico sobre *Salmonella sp.* y *Escherichia coli* en huevos criollos de gallina en esta zona del municipio de Antigua Guatemala.
- De las 53 muestras analizadas, el 100% dio resultado negativo para *Salmonella sp.* y *Escherichia coli*, por lo que los huevos criollos del estudio en mención se encuentran libres de estos dos microorganismos.

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios similares a este para recopilar y ampliar la información epidemiológica de *Salmonella* sp. y *Escherichia coli*, aumentando el número de muestras de huevos criollos, número de expendios y otros mercados.
- Seguir utilizando los métodos ISO (Global Salm-Surv) y Chromocult coliforme Agar, por ser estándares internacionalmente, permitiendo una correcta identificación y diferenciación de estas bacterias.

VIII. RESUMEN

El presente estudio generó información acerca de la detección de *Salmonella sp.* y *Escherichia coli* en la parte interna del huevo criollo de venta en el mercado municipal de Antigua Guatemala, el objetivo de la investigación fue determinar la presencia de dichas bacterias. Se realizó un estudio descriptivo de corte transversal, en el cual se analizaron 53 muestras de huevo criollo. A cada una se le realizó dos pruebas microbiológicas; una para determinar la presencia de *Salmonella sp.* según método ISO (Global Salm-Surv) y otra para determinar la presencia de *Escherichia coli* según método Chromocult coliforme Agar, ambas de la parte interna del huevo (mezcla de clara y yema). De todas las siembras realizadas, en ninguna hubo crecimiento; por lo que el 100% de las muestras del estudio son negativas.

Existe dificultad a la hora de aislar *Salmonella* y *Escherichia coli* en huevos, esto se debe, a la baja prevalencia de huevos contaminados y a la presencia de sustancias inhibidoras en la albumina del huevo. Sin embargo, la yema es rica en hierro, lo que la hace un medio apropiado para el crecimiento de bacterias. Por tal razón en el presente estudio se homogenizó el contenido del huevo, para incrementar la posibilidad de detección y hacer de la yema un medio disponible para las bacterias.

Hay que considerar que aun habiendo presencia de contaminantes en la cáscara ninguno de ellos dio positivo a *Salmonella sp.* y a *Escherichia coli* por lo que demuestra que la cáscara, es una barrera física eficiente que ayuda a controlar el ingreso de microorganismos del medio externo.

Es necesario seguir realizando estudios similares a este y ampliar el número de muestras y los lugares a muestrear, para determinar la calidad de los huevos que se comercializan y seguir utilizando los métodos tradicionales de laboratorio

ya que permite hacer un seguimiento detallado de la muestra, lo que ofrece seguridad en los resultados.

SUMMARY

The present study generated information about the detection of *Salmonella* sp. and *Escherichia coli* in the inner part of Creole egg sales in the market town of Antigua Guatemala, the objective of the research was to determine the presence of these bacteria. A descriptive cross-sectional study was carried out, in which 53 Creole egg samples were analyzed. Each one was subjected to two microbiological tests; one to determine the presence of *Salmonella* sp. according to ISO (Global Salm-Surv) method and another to determine the presence of *Escherichia coli* according to Chromocult coliform Agar method, both from the inside of the egg (a mixture of white and yolk). Of all the cultures carried out, none had growth; so 100% of the study samples are negative.

There is difficulty in isolating *Salmonella* and *Escherichia coli* in eggs, this is due, to the low prevalence of contaminated eggs and the presence of inhibitory substances in the egg albumin. However, the yolk is rich in iron, which makes it an appropriate medium for bacteria to grow. For this reason, in the present study the egg content was homogenized, to increase the possibility of detection and make the yolk a medium available for bacteria.

There is too considered that even when there are contaminants in the shell, none of them tested positive for *Salmonella* and *Escherichia coli* which demonstrates that the shell is an efficient physical barrier that helps control the entry of microorganisms from external environments.

It's necessary to continue carrying out studies similar to this one and to increase the number of samples and the places to be sampled, to determine the quality of the eggs that are commercialized and to continue using the traditional laboratory methods since it allows to make a detailed follow-up of the sample, which offers security in the results.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andreu, L., Benítez, V., Catalá-Gregorio, P., García, C., Granero, I., Soriano, J., Tudón, A. (2009). *Salmonella spp. en hisopos cloacales, heces y huevos de gallinas ponedoras: estudio preliminar*. Recuperado de http://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/salmonella_spp_hisopos_cloacales_heces_huevos_ponedoras_c_garcia_46_symp_aeca_texto.pdf
- Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades. (2018). *Brote de infecciones por Salmonella vinculado a los huevos en cáscara de Gravel Ridge Farms*. Recuperado de <https://www.cdc.gov/salmonella/enteritidis-09-18/index-esp.html>
- Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades. (2018). *Brote multiestatal por Salmonella Braenderup vinculadas a las granjas de Rose Acre Shell Eggs*. Recuperado de <https://www.cdc.gov/salmonella/braenderup-04-18/index.html>
- Davison, S. (2015). *Overview of Salmonellosis in Poultry*. Recuperado de <https://www.merckvetmanual.com/poultry/salmonellosis/overview-of-salmonellosis-in-poultry>
- Delgado, E., & Guerrero, I. (2010) *Estudio Epidemiológico Retrospectivo de enfermedades zoonóticas de 2004 a 2008 en Colombia* (Tesis de Licenciatura). Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia.
- Gibert, M. (2010). *Detección y Caracterización de aislados de Echerichia Coli, de origen clínico y fecal en gallinas ponedoras* (Tesis Doctoral). Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España.

- Goez, M., Vázquez, M., & Pena, P. (s.f.). *Determinacion y Diferenciacion de Escherichia Coli y Coliformes totales usando un mismo sustrato cromogenico*. Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org/acrobat/determi.pdf>
- Jurado, R., Arenas, C., Doblas, A., Rivero, A., & Torre, J. (2010). *Fiebre tifoidea y otras infecciones por Salmonellas*. Recuperado de http://www.facmed.unam.mx/deptos/microbiologia/pdf/Tifoidea_otras_salmonellas_Medicine20100.pdf
- Llamosas, M. (2016). *Serotipificacion de cepas de Escherichia coli aisladas de neonatos de alpacas (Vicugna pacos) con diarrea en Cerro de Pasco* (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Peru.
- Lopez, J. (2010). *Escherichia coli: Mecanismos de patogenicidad*. Recuperado de <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CVvol1/CV1v1c01.pdf>
- Merck. (2000). *Manual de Microbiología*. España: Elsevier
- Organización Mundial de la Salud. (2017). *Salmonella*. Recuperado de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs139/es/>
- Organización Mundial de la Salud. (2017). *E. coli*. Recuperado de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs125/es/>
- Organización Mundial de la Salud. (2018). *Enfermedades de transmisión alimentaria*. Recuperado de http://www.who.int/topics/foodborne_diseases/es/
- Organización Mundial de la salud. (2005). *Método ISO (Global Salm-Surv) Para aislamiento de Salmonella de alimentos y heces*. Suiza

Organización Mundial de la Salud. (2018). Salmonella No tifoidea. Recuperado de [http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/salmonella-\(non-typhoidal\)](http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/salmonella-(non-typhoidal))

Organización Panamericana de la Salud. (2016). *Peligros biológicos*. Recuperado de http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10838%3A2015-peligros-biologicos&catid=7678%3Ahaccp&Itemid=41432&lang=es

Pachón, D. (2009). *Aislamiento, identificación y serotipificación de enterobacterias del género Salmonella en una población de Crocodylus intermedius y testudinos mantenidos en cautiverio en la estación de biología tropical Roberto Franco E. B. T. R. B. de la facultad de ciencias-Universidad Nacional de Colombia en Villavicencio-META* (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional de Colombia, Villavicencio, Colombia.

Parma, Alberto. (Ed.). (2007). *Escherichia*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Intermedica.

Prado, A., Rodríguez, G., Figueroa, I., & Shirai, K. (2013). *Manual de Prácticas de Laboratorio, Microbiología de los Alimentos*. Recuperado de <http://www.izt.uam.mx/ceu/publicaciones/DOCS/microalimen.pdf>

Pulido, M. (s.f.). *Diagnóstico e identificación de serotipos de Salmonella a partir de muestras de avicultura: importancia de un buen muestreo*. Recuperado de <http://www.anaviguatemala.org/wp-content/uploads/2016/11/Dra-Martha-Pulido.pdf>

Rincón, D., Ramírez, R., & Vargas, J. (2011). Transmisión de Salmonella enterica a través de huevos de gallina y su importancia en salud pública. *Revista de la Universidad Industrial de Santander. Salud*, 43 (2), 167-177.

- Rivera, L., Motta, P., Cerón, M., & Chimonja, F. (2012). Resistencia de la Salmonela a los antimicrobianos convencionales para su tratamiento. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*; 7(1), 115-127.
- Rodríguez, E. (s.f.). *Control de salmonelas en la producción de huevos*. Recuperado de http://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/wpsa1167987174a.pdf
- Sánchez, S (2012). *Validación de un método de detección de Salmonella en huevos y pollo* (Tesis Doctoral). Universidad de Coruña, la Coruña, España
- Sayar, R. (s.f.). *Nutrientes del huevo, composición química, buenas prácticas*. Recuperado de http://www.sanutricion.org.ar/files/upload/files/nutrientes_huevo.pdf
- Soto, Z., Pérez, L., Estrada, D. (2016) Bacterias causantes de enfermedades transmitidas por alimentos: una mirada en Colombia. *Salud Uninorte*, 32 (1), 105-122.
- The Center for Food Security & Public Health. (2005). *Salmonellosis*. Recuperado de <http://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/es/salmonellosis.pdf>
- The Center of Food Security & Public Health. (2009). *Tifosis aviar y Pullorosis*. Recuperado de http://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/es/tifosis_aviar_y_pullorosis.pdf
- Uribe, C., Suárez, M. (2016) Salmonellosis no tifoidea y su transmisión a través de alimentos de origen aviar. *Colomb Med*, 37(2), 151-158.

X. ANEXOS



FIGURA 1 INSPECCIÓN FÍSICA DEL HUEVO

Fuente: Elaboración propia



FIGURA 2 LAVADO DE LOS HUEVOS

Fuente: Elaboración propia



FIGURA 3 DESINFECCIÓN DE LOS HUEVOS

Fuente: Elaboración propia



FIGURA 4 PROCEDIMIENTOS PARA AISLAMIENTO DE *Salmonella sp*

Fuente: Elaboración propia

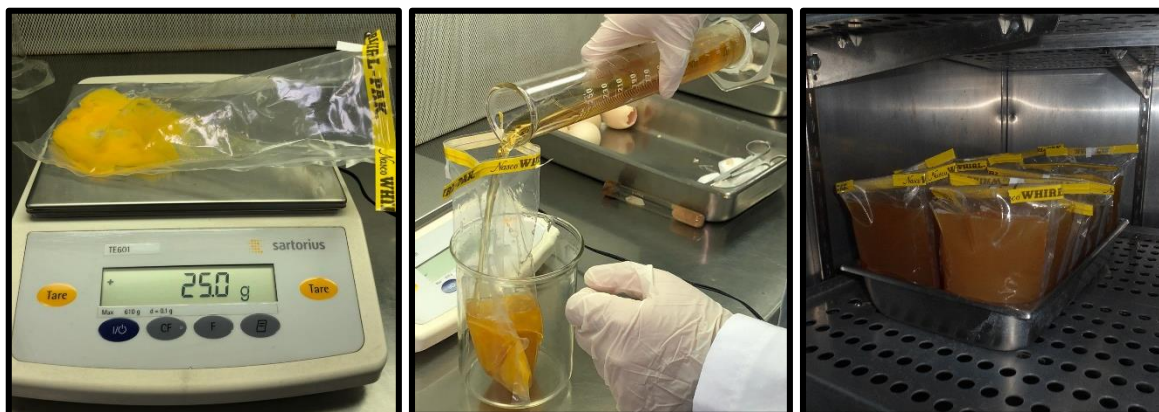


FIGURA 5 PROCEDIMIENTOS PARA AISLAMIENTO DE *Salmonella* sp.

Fuente: Elaboración propia

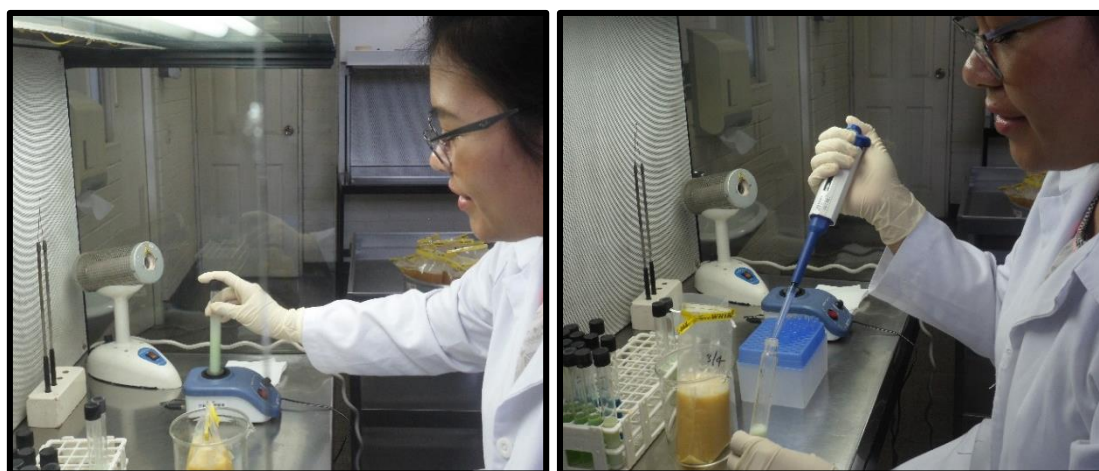


FIGURA 6 PROCEDIMIENTOS PARA AISLAMIENTO DE *Salmonella* sp.

Fuente: Elaboración propia

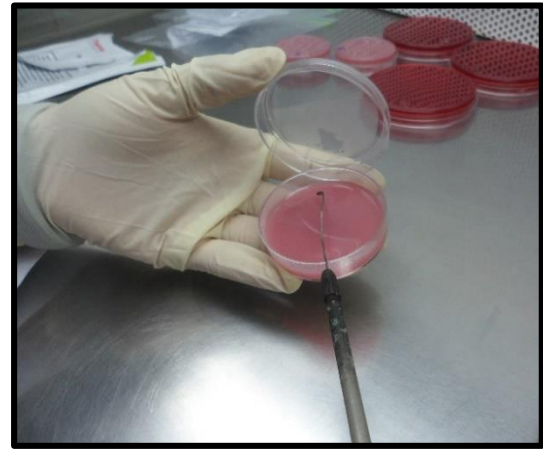
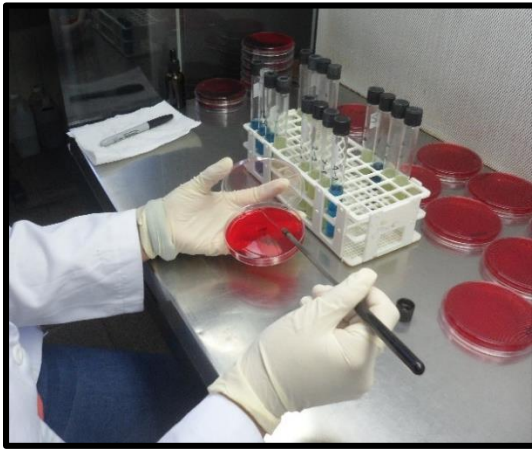


FIGURA 7 PROCEDIMIENTOS PARA AISLAMIENTO DE *Salmonella* sp.

Agar XLT4

Agar Rambach

Fuente: elaboración propia

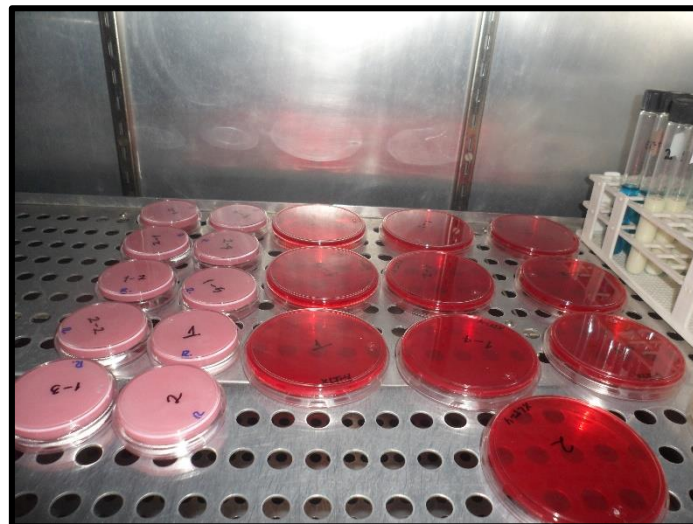


FIGURA 8 LECTURA DE PLACAS

Fuente: elaboración propia



**FIGURA 9 PROCEDIMIENTO PARA AISLAMIENTO
DE *Escherichia coli***

Fuente: Elaboración propia



**FIGURA 10 PROCEDIMIENTO PARA ASILAMIENTO
DE *Escherichia coli***

Fuente: elaboración propia

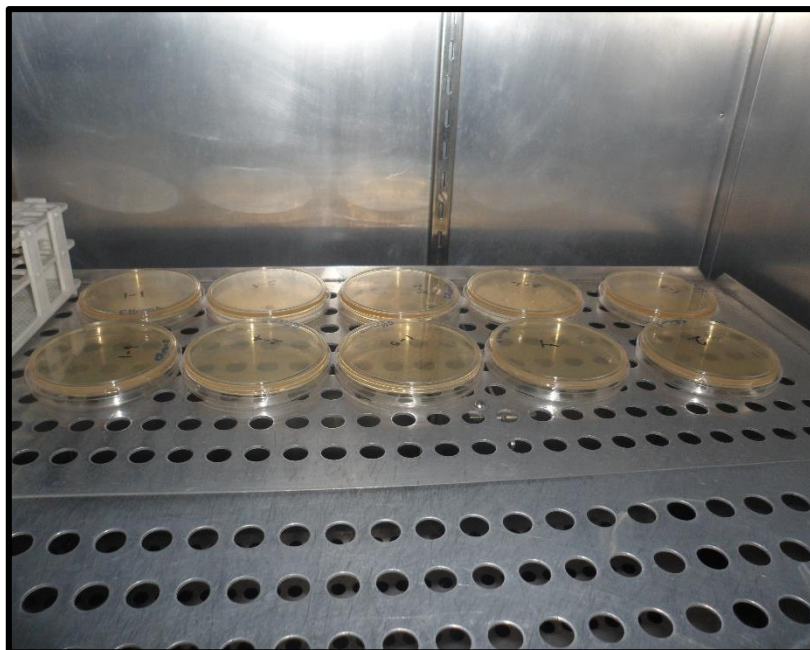


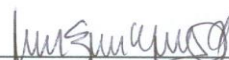
FIGURA 11 LECTURA DE PLACAS

Fuente: elaboración propia

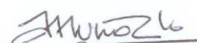
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA

DETECCIÓN DE *Salmonella* sp. Y *Escherichia coli* EN HUEVOS DE
GALLINA CRIOLLA, PROCEDENTES DE VENTAS DEL MERCADO
MUNICIPAL DE ANTIGUA GUATEMALA EN EL AÑO 2018

f. 
MADJORIE ELIZABETH OCHOA RUANO

f. 
Dra. Jacqueline Escobar Muñoz
ASESORA PRINCIPAL

f. 
M.V. Alejandro José Hun Martínez
ASESOR

f. 
M.A. María Andrea Muñoz Lorenzana
EVALUADORA

IMPRIMASE

f. 
M.A. Gustavo Enrique Taracena Gil
DECANO

