

**UNIVERSIDAD DE PANAMÁ  
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA  
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN SALUD PUBLICA VETERINARIA**

**TÍTULO**

**ANÁLISIS RETROSPECTIVO DEL COMPORTAMIENTO DE *SALMONELLA*  
EN MUESTRAS DE ORIGEN AVÍCOLA EN LOS ÚLTIMOS 8 AÑOS Y LA  
IMPORTANCIA DE SU VIGILANCIA PARA SALUD PÚBLICA  
2011-2018**

**NOMBRE**

**DINA ISABEL SIMITI VARGAS**

**TESIS PRESENTADA COMO UNO DE LOS REQUISITOS PARA OBTENER  
EL GRADO DE  
MAESTRÍA EN SALUD PÚBLICA VETERINARIA**

**PANAMÁ, 2022**

## Dedicatoria

A mis padres y esposo, las personas más importantes de mi vida. Gracias por su apoyo, cariño y paciencia incondicional durante el transcurso de estos años de estudio y durante la realización de este trabajo.

## Agradecimiento

A mi asesora de tesis, la Dra. Carmen Bonilla de Solís, por su esfuerzo y dedicación, para guiarme en la elaboración del trabajo.

A la Dra. Isabel Quintero y a la Lic. Aneth Gaitán, por su tiempo y apoyo con la obtención de la información necesaria.

Al Lic. Daniel Sánchez por su dedicación y entusiasmo para el desarrollo correcto del modelo de investigación y análisis estadísticos.

A la Dra. Angelina Quintero por brindarme ánimos para la culminación de este trabajo.

A la Lic. Yimara Chavarría por apoyarme en la corrección y revisión del trabajo de tesis para una correcta interpretación en el idioma español.

Agradecimiento a todos quienes con sus conocimientos, experiencia, paciencia y motivación fueron fundamentales para culminar con éxito este trabajo.

## CONTENIDO

---

<b>RESUMEN</b> .....	<b>9</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>9</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA</b> .....	<b>12</b>
1.1. Planteamiento del problema .....	13
1.2. Antecedentes del problema objetivo de la investigación .....	14
1.3. Justificación .....	15
1.4. Objetivos .....	17
1.4.1. Objetivo general .....	17
1.4.2. Objetivos específicos .....	17
1.5. Alcance; Delimitación; Limitaciones .....	17
1.5.1. Alcance .....	17
1.5.2. Delimitación .....	18
1.5.3. Limitaciones .....	18
<b>CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>19</b>
2.1. Antecedentes de la Investigación: Género <i>Salmonella</i> .....	20
2.2. Etiología .....	21
2.3. Clasificación y taxonomía .....	22
2.4. Caracterización morfológica y bioquímica .....	23
2.5. Distribución geográfica .....	24
2.6. Transmisión, Patogénesis y Virulencia .....	25
2.7. Mecanismos de contaminación .....	28
2.8. Epidemiología.....	31
2.8.1. Salmonelosis en el hombre .....	31
2.8.2. Salmonelosis Aviar .....	32
2.8.3. Antecedentes de la Enfermedad Transmitida por Alimento (Salmonelosis) en Panamá .....	33
2.8.4. Legislación panameña .....	36
2.9. Diagnóstico.....	37
2.10. Importancia del sector avícola.....	43
2.10.1. Sistema de producción traspatio.....	44
2.10.2. Sistemas de producción avícola tecnificado .....	47

2.11. Vigilancia Epidemiológica para la Prevención de salmonelosis en explotaciones aviares.....	49
2.12. Control de <i>Salmonella</i> .....	49
2.13. Importancia en Salud Pública.....	50
<b>CAPÍTULO 3: ASPECTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>52</b>
3.1 Tipo de investigación .....	53
3.2 Diseño de la investigación .....	53
3.4 Población y Muestra .....	53
3.4.1 Población .....	53
3.4.2 Muestra .....	53
3.4.3 Criterios generales de la población .....	54
3.4.4 Tipo de muestreo .....	55
3.4.5 Variables .....	55
3.5 Recolección de datos .....	56
3.5.1 Técnicas y procedimientos de recolección.....	56
3.5.2 Procedimientos y actividades para la obtención de información.....	56
3.6 Procesamiento de datos .....	57
3.6.1 Instrumentos de medición y análisis .....	57
3.7 Métodos y técnicas de análisis estadísticos .....	58
3.8 Aspectos éticos .....	59
<b>CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>60</b>
Resultados estadísticos .....	61
Discusión.....	82
<b>GLOSARIO .....</b>	<b>93</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>95</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>100</b>

## Índice de Tablas

Tabla 1: Operacionalización de las Variables .....	55
Tabla 2. Presencia de Salmonella en muestras avícolas. Años 2011-2018 .....	61
Tabla 3. Presencia de Salmonella durante los meses de estudio. Años 2011-2018.....	62
Tabla 4. Modelo de regresión logística de la presencia de Salmonella spp, según años y meses. Año 2011-2018 .....	64
Tabla 5. Presencia de Salmonella spp, según los corregimientos de estudio. 2011-18 .....	65
Tabla 6. Presencia de Salmonella spp, según distrito. Año 2011-18 .....	67
Tabla 7. Presencia de Salmonella spp, según Provincia. Año 2011-18.....	69
Tabla 8. Parámetros del modelo (Variable Salmonella), según provincia. Año 2011-18 .....	70
Tabla 9. Presencia de Salmonella spp, según sistema de explotación. Año 2011-18 .....	71
Tabla 10. Parámetros del modelo (Variable Salmonella), según los distintos criterios de producción Año 2011-18 .....	72
Tabla 11. Presencia de Salmonella spp, según la actividad económica a la que pertenece. Año 2011-18 .....	73
Tabla 12. Modelo de regresión logística de la presencia de Salmonella spp, según actividad económica. Año 2011-18 .....	74
Tabla 13. Presencia de Salmonella spp, según especie. Año 2011-18 .....	74
Tabla 14. Presencia de Salmonella spp, según muestra utilizada para análisis bacteriológico. Año 2011-18 .....	75
Tabla 15. Resultados Api y sistemas de Explotación .....	77
Tabla 16. Relación entre la característica de motilidad de los aislados de Salmonella (Prueba de SIM) según el tipo de muestra analizada. Año 2011-18	78
Tabla 17. Relación entre la característica de motilidad de los aislados de Salmonella (Prueba de SIM) según el tipo de producción .....	79
Tabla 18. Relación entre la característica de motilidad de los aislados de Salmonella (Prueba de SIM) y el tipo de explotación .....	80
Tabla 19 Provincias con hallazgos de Salmonella motil .....	81

## Índice de Ilustraciones

Ilustración 1 Batería de pruebas API (Perero, 2012) .....	43
Ilustración 2 Medios de Agua peptonada y Pool de muestras de Salmonella....	101
Ilustración 3 Medios de Enriquecimiento, Cultivo y Bioquímicas .....	101
Ilustración 4 Pruebas API E 20 .....	101
Ilustración 5 Crecimiento de Salmonella.....	102
Ilustración 6 Resultados API E 20 .....	102

## Índice de Gráficas

Gráfica 1. Presencia de Salmonella spp en los años de estudio. Año 2011-2018.	62
Gráfica 2. Presencia de Salmonella spp en los meses de estudio. Años 2011-2018.	63
Gráfica 3. Frecuencia de Salmonella spp en los corregimientos identificados en el estudio. 2011-18	67
Gráfica 4. Frecuencia de Salmonella spp, según distrito de estudio. Año 2011-18.	69
Gráfica 5. Presencia de Salmonella spp, según provincia. Año 2011-18.	70
Gráfica 6. Presencia de Salmonella spp, según sistema de explotación. Año 2011-18.	72
Gráfica 7. Presencia de Salmonella spp, según actividad económica. Año 2011-18	73
Gráfica 8. Presencia de Salmonella spp, según especie. Año 2011-18.	74
Gráfica 9. Presencia de Salmonella spp, según muestra utilizada para análisis bacteriológico. Año 2011-18	76
Gráfica 10. Salmonella spp, según pruebas API E 20. Año 2011-18.	77
Gráfica 11. Presencia de Salmonella, según el sistema de producción.	78
Gráfica 12. Distribución de los aislados móviles de Salmonella (Prueba de SIM) en las muestras analizadas	79
Gráfica 13. Distribución de los aislados móviles de Salmonella (Prueba de SIM) en los tipos de producción	80
Gráfica 14. Distribución de los aislados móviles de Salmonella (Prueba de SIM) según los tipos de explotación.	81

## **Abreviaturas**

API - Analytical Profile Index

DINASA – Dirección Nacional de Salud Animal

FAO – Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura

H<sub>2</sub>S - Sulfuro de Hidrógeno

LADIV – Laboratorio de Diagnóstico Veterinario

LIA - Agar Lisina Hierro

MC - Agar Mac Conkey

MIDA – Ministerio de Desarrollo Agropecuario

MINSA – Ministerio de Salud

OIE - Organización Mundial de Sanidad Animal

OMC - Organización Mundial del Comercio

PLATO XLT4-SBG – Agar Xilosa-Lisina-Tergitol 4

PRONSA – Programa Nacional de Sanidad Avícola

RV - Caldo Rappaport-Vassiliadis

SIM – Sulfhídrico, Indol, Movilidad

SISLADIV – Sistema Computarizado de Registro de Casos del Laboratorio de Enfermedades Vesiculares.

STP - Sistema de Producción Traspatio

STC - Sistema de Producción Tecnificado

TT - Caldos Tetracionatos

TSI - Agar Hierro Tres Azúcares

TSA-GN - Agar Triptona-Soja - Caldo Gram-negativo

XLD - Agar –Desoxicolato

## Resumen

En la presente tesis se realizó un análisis retrospectivo del comportamiento de la *Salmonella* en muestras de origen avícola de diversas explotaciones del país, incluyendo aves de traspatio y tecnificadas. Se creó una base de datos con información secundaria, desde el año 2011 hasta el 2018 donde se obtuvo una muestra de 4,413 casos; a partir de esta base se evaluó la frecuencia y la asociación de variables utilizando el modelo estadístico de regresión logística binaria con la operacionalización de las variables de tiempo, explotación, propósito y demografía. Los resultados evidencian que existe significancia estadística entre la presencia de *Salmonella* y las variables estudiadas. En las variables de tiempo, se puede observar que los años de mayor frecuencia de *Salmonella* fueron del 2015 al 2017, donde según datos climatológicos coinciden con los fenómenos del niño. Los meses de mayor presencia fueron de mayo a septiembre. Los resultados del análisis de las variables demográficas, demuestran que en las provincias de Panamá, Coclé, Veraguas y Panamá oeste se presentaron un mayor número de casos positivos de *Salmonella*. En el caso de la variable explotación se observó que la frecuencia de *Salmonella* en las explotaciones avícolas tecnificadas fue de 3.5% y 1.5% correspondían a las explotaciones de traspatio. También se pudo evidenciar la presencia de muestras móviles en ambos tipos de explotaciones, lo cual manifiesta la presencia de cepas zoonóticas. En conclusión, la presencia de *Salmonella spp*, constituye un factor de riesgo de contaminación cruzada y durante el faenado por lo que existe la necesidad de fortalecer los programas de vigilancia sanitaria y capacitación de los productores para mejorar las medidas sanitarias en las explotaciones y los planes de bioseguridad.

## Summary

In this thesis, a retrospective analysis of the behavior of *Salmonella* in samples of poultry origin from various farms in the country, including backyard and technical poultry, was carried out. A database with secondary information was created, from 2011 to 2018, where a sample of 4,413 cases was obtained; From this base, the frequency and association of variables were evaluated using the statistical model of binary logistic regression with the operationalization of the variables of time, exploitation, purpose and demographics. The results show that there is statistical significance between the presence of *Salmonella* and the variables studied. In the time variables, it can be seen that the years with the highest frequency of *Salmonella* were from 2015 to 2017, where, according to climatological data, they coincide with the El Niño phenomena. The months of greatest presence were from May to September. The results of the analysis of the demographic variables show that in the provinces of Panama, Coclé, Veraguas and West Panama there were a greater number of positive cases of *Salmonella*. In the case of the exploitation variable, the frequency of *Salmonella* in the technified poultry farms was 3.5% and 1.5% corresponded to the backyard farms. We also found the presence of mobile strains in both types of exploitations, which evidenced the occurrence of zoonotic strains. In conclusion, the presence of *Salmonella spp*, constitutes a risk factor for cross contamination, especially in slaughter, therefore there is the need to strengthen the sanitary surveillance programs and training avian producers, in order to improve sanitary measures in farms and biosafety programs.

## Introducción

La salmonelosis es una de las principales enfermedades transmitidas por los alimentos (ETA's). Debido a su carácter endémico, alta morbilidad y la asociación con el consumo de una amplia gama de alimentos contaminados (en especial alimentos de origen animal), esta enfermedad zoonótica es de gran preocupación para la Salud Pública (Medeiros, 2011). La *Salmonella spp* tiene una distribución mundial, siendo más prevalente en áreas donde hay producción pecuaria intensiva, especialmente de aves y cerdos (OIE, 2015).

Las aves de corral son una fuente de diseminación de *Salmonella spp.*, pudiendo ser portadoras de la bacteria y durante el proceso de faenado contaminar las carcasas destinadas al consumo humano. Los bacilos de *Salmonella spp.* generalmente son móviles por flagelación peritrica, a excepción de los serotipos *gallinarum* y *pullorum*. Los géneros móviles son causantes de enfermedad en seres humanos principalmente, y los géneros inmóviles son causantes de enfermedad en aves de corral (Winn et al., 2006).

Aunque todos los serotipos pueden causar enfermedad en el ser humano, unos pocos son específicos de algunos huéspedes y pueden alojarse solo en una o en unas pocas especies animales, por ejemplo, *Salmonella enterica* serotipo *dublin* en vacunos, y *Salmonella enterica* serotipo *choleraesuis* en porcinos. Cuando esos serotipos particulares provocan enfermedad en las personas, suelen ser invasivos y, en algunas ocasiones, pueden hasta ser mortales (OMS, 2018). La enfermedad causada por *Salmonella* se da por una infección que se genera por fases; la puerta de entrada es la vía digestiva, donde el bacilo debe sobrepasar la barrera defensiva representada por la acidez gástrica antes de adherirse e invadir las células del epitelio intestinal y penetrar por medio de ciertos genes de virulencia en su interior, donde se multiplica y produce alteraciones histopatológicas (Andrade, 2015).

El propósito del presente estudio fue el conocer el comportamiento de la *Salmonella* en aves de corral comerciales y de traspatio, destinados al consumo humano alrededor del país. Para ello, fue necesario el análisis de datos secundarios, permitiendo así generar aportes importantes en el campo de la Salud Pública Veterinaria y la Zoonosis.

El alcance de esta investigación radicó en ampliar el conocimiento de la situación sanitaria sobre la salmonelosis, permitiendo evaluar su comportamiento a lo largo de los años, enfatizando en aquellas regiones donde su presencia es mayor.

# **CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA**

## 1.1. Planteamiento del problema

La *Salmonella* es una de las cuatro causas principales de enfermedades diarreicas a nivel mundial (OMS, 2018). Debido a que este agente normalmente se encuentra en aves de corral, su carne ha sido un vehículo importante para la transmisión de la enfermedad. En muchos países, la carne de pollo es de amplio consumo y se expende principalmente como producto congelado (Medeiros, 2011).

En la región centroamericana, las autoridades de Salud Pública reportan casos en humanos, especialmente, por los serotipos de *Salmonella enteritidis* y *typhimurium*. Además, se han estado realizando esfuerzos aislados por conocer el estatus de los diferentes serovares de *Salmonella* en aves de corral, sin embargo, aún falta conocer aspectos importantes del comportamiento de la misma en esta región (Vergara, 2011).

El aumento de la incidencia de *Salmonella spp.*, ha sido de gran impacto tanto en la Salud Pública como en la Salud Animal y se ha relacionado con un incremento en la diseminación de los microorganismos a través de las cadenas productivas animales (bovinos, cerdos, pollos asaderos y en especial gallinas ponedoras). Las canales de las aves pueden estar frecuentemente contaminadas con el microorganismo. (Castillo & Martínez, 2006).

El alimento balanceado, las materias primas y los forrajes pueden ser fuentes de contaminación bacteriana para los animales que son destinados al consumo humano. (IFIF, 2014). Los productos utilizados para la alimentación animal a menudo suelen contaminarse con diferentes serotipos de *Salmonella spp.* produciendo infección o colonización en los animales de abasto, dichas bacterias pueden contaminar las canales de los animales durante el faenamiento,

lo que puede conllevar a la presentación de la enfermedad en humanos (Crump, 2002).

## **1.2. Antecedentes del problema objetivo de la investigación**

La *Salmonella* es un género de bacilos gramnegativos que pertenece a la familia Enterobacteriaceae. Hasta la fecha se han identificado más de 2500 serotipos o serovares diferentes dentro de dos especies, a saber, *Salmonella bongori* y *Samonella enterica*. La *Salmonella* es una bacteria omnipresente y resistente que puede sobrevivir durante varias semanas en un ambiente seco y varios meses en agua (OMS, 2018).

En la actualidad, la salmonelosis es una de las zoonosis de mayor prevalencia en países desarrollados, debido a la contaminación de alimentos de origen animal. La propagación de *Salmonella enterica* serotipo *enteritidis* y *Salmonella enterica* serotipo *typhimurium* ha ido en aumento a partir de la segunda mitad del siglo XX, cuando ocurrieron dos cambios mundiales en la epidemiología de la salmonelosis: el surgimiento de infecciones en humanos por *Salmonella enteritidis*, y la múltiple resistencia a los antibióticos en las cepas de *Salmonella typhimurium*. (Castillo & Martínez, 2006). Esta enfermedad presenta una distribución estacional, con el máximo número de casos entre los meses de abril a septiembre, tanto en hospederos humanos como en no humanos (Charles, Carlo, & Romano, 2007).

Las infecciones diarreicas, que son las más comúnmente asociadas al consumo de alimentos contaminados, suelen enfermar unos 550 millones de personas y provocando 230 000 muertes cada año. La inocuidad de los alimentos, la nutrición y la seguridad alimentaria están inextricablemente relacionadas. Los alimentos insalubres generan un círculo vicioso de enfermedad y malnutrición, que afecta especialmente a los lactantes, los niños pequeños, los ancianos y los enfermos (OMS, 2018).

En Panamá durante el período 2006–2010, la tasa promedio anual de infecciones de origen alimentario fue de 43,3 por 100.000 habitantes. De los casos notificados, 7% correspondieron a salmonelosis. La mayoría de los casos graves se diagnosticaron en hospitales, ya que se trata de una enfermedad poco reconocida en los servicios de atención primaria. (PAHO/WHO, 2010).

### 1.3. Justificación

La salmonelosis es una zoonosis de importancia en Salud Pública debido al impacto socioeconómico y sanitario. Los principales reservorios de estos microorganismos son animales portadores asintomáticos y las fuentes de infección más frecuente son los alimentos o los productos derivados de estos (Charles, Carlo, & Romano, 2007). La contaminación de los productos avícolas puede ocurrir a través de toda la cadena de producción. Se han identificado varios factores de riesgo para la *Salmonella* en las granjas, como la contaminación de los equipos en la planta de incubación, deficiente higiene, la presencia de roedores e insectos, limpieza inadecuada entre la rotación de parvadas y contaminación del alimento y el agua potable (Rasschaert, 2006).

El impacto de la presencia de *Salmonella* en las explotaciones radica en que las aves ponedoras son usadas para la producción de huevos que suplen el mercado nacional y, según estudios científicos, existen especies de *Salmonella* que afectan a estas aves y en ocasiones pueden infectar sus ovarios, oviducto y el propio huevo, pudiendo transmitirse verticalmente a la progenie (Poppe, 1999). También existe la posibilidad de contaminación por el contacto con las heces o el medio ambiente (OIE, 2008). Las aves de engorda son destinadas para el consumo cárnico y muchas de estas aves con *Salmonella* pueden contaminar las canales. En las explotaciones avícolas, la contaminación cruzada entre lotes libres de *Salmonella spp.* y aquellos lotes positivos es actualmente uno de los

principales factores de riesgo de contaminación de las canales (Rasschaert, 2006).

Por otra parte, la avicultura de traspatio o de subsistencia ha representado una de las alternativas alimenticias, nutricionales y económicas de la población rural de este país; por lo tanto, la no detección temprana de esta enfermedad incide negativamente en estos aspectos, debido a las altas mortalidades en este sector de la población, impactando directamente la seguridad alimentaria de la población rural (Quintero, 2018).

Muchas de estas aves son empleadas para consumo en poblaciones apartadas de zonas rurales y de escasos recursos, ya sea para la alimentación o venta, tanto la carne como los huevos. Cabe señalar que estas aves no cuentan con ningún proceso industrial para su cría ni su sacrificio, y tampoco cuentan con supervisión veterinaria especializada. Muchas de estas aves están en soltura y tienden a consumir alimentos y desperdicios presentes en las zonas próximas donde habitan, o sobras de alimentos que le ofrecen sus propietarios y, hasta el momento, la información sobre su estatus sanitario es escaso y limitado.

En Panamá, no existen datos claros sobre el comportamiento de la *Salmonella* dentro de las explotaciones de producción, cuyos productos son destinados al consumo humano, por lo que este trabajo ha permitido conocer sobre esta situación sanitaria de alto riesgo en el país, que hasta el momento ha sido poco analizada. Este tema es importante ya que permite establecer un panorama real del comportamiento de una de las bacterias que ocasiona millones de muertes al año alrededor del mundo (OMS, 2018). También permitirá generar información sobre el comportamiento de este agente en las aves de traspatio, las cuales no suelen cumplir con los programas sanitarios generalmente establecidos para su producción, ni con los métodos de crianza adecuados.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

- Conocer el comportamiento de *Salmonella spp.* en aves de corral en los últimos 8 años en Panamá.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Analizar la dependencia existente entre los hallazgos y su comportamiento según los meses y, años, así como su distribución entre corregimientos, distritos y provincias.
- Identificar los serotipos de *Salmonella* que se encuentran en las aves analizadas, determinado si forman parte del grupo de bacterias móviles, las cuales son de relevancia por su carácter zoonótico.
- Conocer las explotaciones avícolas que presentan mayor frecuencia de hallazgos de *Salmonella*.
- Definir la situación existente en las aves de traspatio, con relación a su afectación por *Salmonella spp.*

## **1.5. Alcance; Delimitación; Limitaciones**

### **1.5.1. Alcance**

El alcance de este estudio radica en los aportes que se han generado sobre el estatus de la *Salmonella* en aves destinadas al consumo en Panamá, la cual tiene importantes implicaciones para la situación sanitaria que poco se ha estudiado en el país a lo largo de los años, permitiendo identificar cuáles son las regiones donde se encuentra una mayor presencia en la línea de tiempo establecida.

### **1.5.2. Delimitación**

Esta investigación se basó en la generación de aportes en el campo de la Salud Pública (zoonosis), además de la Salud Animal, y se realizó mediante de la extracción de datos de campo, usando técnicas de recolección definidas.

#### **Delimitación espacial:**

El estudio se desarrolló en la unidad de microbiología, en el Laboratorio de Diagnostico Veterinario, Dr. Gerardino Medina, de la Dirección Nacional de Salud Animal, ubicado en Tocumen, Panamá. El trabajo requerido fue llevado a cabo en los meses de junio hasta septiembre del año 2019, considerando la obtención de información de todas las provincias de Panamá, segmentado por corregimientos y explotaciones, el cual fue realizado a través de la obtención de datos secundarios.

#### **Delimitación temporal:**

Los datos considerados para este trabajo de investigación fueron enmarcados dentro del periodo desde el 2011 al 2018, por lo que el estudio fue considerando de tipo retrospectivo.

### **1.5.3. Limitaciones**

Las limitaciones que se encontraron fueron la falta de instrumentos que permitieron un adecuado acceso a la información. Además, los informes evaluados se encontraban con información básica, sumando a las limitaciones que ya existían por el hecho que solo se pudo revisar los informes, sin poder tener acceso a las propias aves analizadas.

## **CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO**

## **2.1. Antecedentes de la Investigación: Género *Salmonella***

El género *Salmonella* es quizá el grupo más estudiado entre los patógenos que pueden ser aislados de los alimentos. Esto ocurre debido a la elevada incidencia de padecimiento que da lugar. En algunos años ha causado la infección bacteriana de origen alimentario más frecuente e incluso en determinadas épocas, la enfermedad bacteriana transmitida por alimentos de mayor incidencia (Frazier, 1993).

Debido a que muchos animales de granja portan serotipos como *S. enteritidis* en sus tractos intestinales, los subproductos de matadero pueden estar altamente contaminados.

En contraste, se ha demostrado que la *Salmonella* puede sobrevivir hasta 16 meses a 25°C en este tipo de alimentos. Se calcula que entre el 1 y 5 % de los suplementos para animales producidos, y el 31% de los animales para producirlos pueden estar contaminados con *Salmonella spp.* Una de las fuentes de infección que se desarrolla con más rapidez proviene de los huevos contaminados con *Salmonella*. Un ave de aspecto sano transmite la infección a sus huevos antes de que se forme la cáscara. (Parra M, 2002)

Un análisis retrospectivo de casos de salmonelosis llevado a cabo en Noruega entre 1966 y 1996 sugirió que existe una relación epidemiológica entre las aves y los humanos. En el Reino Unido se comprobó que la salmonelosis se incrementa entre los meses de junio y agosto, lo que se atribuye a que los alimentos no son almacenados oportunamente en refrigeración justamente cuando la temperatura ambiental se eleva. También se considera la costumbre de consumir alimentos preparados en barbacoa durante el verano, ya que la carne podría no cocinarse adecuadamente (Castillo & Martínez, 2006).

El control de *Salmonella* en la cadena alimentaria es un asunto complicado debido a las interrelaciones existentes entre la contaminación medioambiental, los

animales de abasto y el hombre (Parra M, 2002). La salmonelosis aviar puede ser clasificada en dos grupos: El primero incluye infecciones (enfermedad producida por *S. pullorum* y tifoidea aviar) causados por los dos serotipos de *Salmonella* no móviles (*S. pullorum* y *S. gallinarum*). El segundo grupo comprende infecciones causadas por serotipos móviles (zoonóticos) de *Salmonella* principalmente *S. enteritidis* y *S. typhimurium*, aislados que en conjunto son considerados como paratíficos (DInev, 2011).

## 2.2. Etiología

*Salmonella spp.* pertenece a la familia Enterobacteriaceae, que es el grupo más grande y heterogéneo de bacilos gramnegativos de importancia clínica. Es un microorganismo ubicuo, y su hábitat es el aparato gastrointestinal de los animales y el hombre, pero no es parte de la microbiota normal (Forbes, 2007). Los bacilos de *Salmonella spp.* generalmente son móviles por flagelación peritrica, a excepción de los serotipos *Salmonella gallinarum* y *Salmonella pullorum* (Winn, 2006).

Se han descrito más de 2500 serotipos de *Salmonella* que muestran una gran adaptación para el crecimiento en el hombre y los animales. Los serotipos más importantes desde el punto de vista de la Seguridad Alimentaria son *S. enteritidis* y *S. typhimurium*. En Europa, el serotipo *S. enteritidis* se ha convertido en el más predominante, principalmente, asociado al consumo de huevos o carne de pollo contaminados. *S. typhimurium* es el segundo serotipo más común después de *S. enteritidis* en muchos países, siendo las principales fuentes de infección el ganado vacuno y porcino, aunque también se aísla en aves, ganado, ovino y caprino (Elika, 2013).

### 2.3. Clasificación y taxonomía

A través de los años se han propuesto varios esquemas de clasificación que causaron controversias y confusión en la taxonomía y la compleja nomenclatura de la *Salmonella*. Cuando se identificaron las primeras cepas de este género, estas fueron clasificadas en tres especies *Salmonella typhi*, *Salmonella choleraesuis* y *Salmonella enteritidis*, ubicándose en esta última especie la mayoría de los serovares descritos. La siguiente nomenclatura utilizada fue la descrita en el “Bergey’s Manual of Determinative Bacteriology” donde se reconocieron por métodos serológicos e hibridaciones de ADN-ADN, la existencia de 2 especies *Salmonella bongori* y *Salmonella choleraesuis* (Flores L. E., 2003). Esta última especie, a su vez, se subdividió en 6 subespecies, de las cuales *Salmonella choleraesuis Subsp. choleraesuis* incluía a la mayoría de serovares. Sin embargo, en 1986, se propuso cambiarle el nombre al existir el serotipo *S. choleraesuis* que podía causar confusión. El Comité Internacional de Bacteriología Sistemática del XIV Congreso Internacional de Microbiología recomendó cambiar el nombre de la especie *Salmonella choleraesuis* por el de *Salmonella enterica*, no existiendo ningún serotipo con ese nombre. Esta medida de cambio de nombre fue acuñada por Kauffmann y Edwards en 1952. (Flores L. E., 2003)

La *Salmonella* está conformada por más de 2463 serotipos, descritos en el actual esquema de Kauffmann-White. Existen dos especies: la *Salmonella enterica* y la *Salmonella bongori*, y seis subespecies de *Salmonella enterica* en el sistema utilizado por la CDC, las cuales se describen a continuación (Winn, 2006).

I. *Salmonella enterica*, conformada por 6 subespecies:

1. *Salmonella enterica Subsp. arizonae*
2. *Salmonella enterica Subsp. diarizonae*
3. *Salmonella enterica Subsp. enterica*
4. *Salmonella enterica Subsp. houtenae*
5. *Salmonella enterica Subsp. indica*
6. *Salmonella enterica Subsp. salamae*

II. *Salmonella bongori*

## 2.4. Caracterización morfológica y bioquímica

Los bacilos de *Salmonella spp.* tienen un tamaño intermedio de 0,7-1,5 x 2,0-5  $\mu\text{m}$ , se comportan como patógenos intracelulares facultativos, no forman esporas y son anaerobios facultativos. Son fermentadores de glucosa, oxidasa negativa, con rara excepción reducen nitratos a nitritos y son catalasa positiva (Forbes, 2007). Los bacilos de *Salmonella spp.* generalmente son móviles por flagelación peritrica, a excepción de los serotipos *Salmonella gallinarum* y *Salmonella pullorum*. Los géneros móviles son causantes de enfermedad en seres humanos principalmente, y los géneros inmóviles son causantes de enfermedad en aves de corral (Winn, 2006).

La diferenciación entre las especies y subespecies se realiza tomando en cuenta diferentes propiedades bioquímicas. No fermentan la Lactosa, excepto *Salmonella choleraesuis Subsp. arizonae* y *Salmonella choleraesuis Subsp. diarizonae*, fermentan glucosa con producción de gas (excepto *S. typhi*), no producen Indol, no degradan la Urea, descarboxilan Lisina y Ornitina. La *Salmonella* se desarrolla entre 8 y 45°C, a un pH de 4 a 8; y no sobreviven a temperaturas mayores de 70°C (Flores L. E., 2003).

### Estructura antigénica

Básicamente, la estructura antigénica de *Salmonella* es similar a la de otras enterobacterias, con dos clases de antígenos principales presentes; antígenos O (somáticos) y antígenos H (flagelares). En algunas cepas se encuentra un tercer tipo como antígeno de superficie, siendo análogo funcionalmente a los antígenos K de otros géneros; ya que anteriormente se pensó, que se relacionaba con la virulencia, denominándose como antígeno VI (Parra M, 2002).

### Antígenos O

- Son los antígenos de la pared bacteriana, de naturaleza polisacárida. Existen numerosos antígenos O, a pesar de ello son los factores O

principales, los que sirven para caracterizar los diferentes tipos antigénicos: (Por ejemplo, O4: grupo B, O9: grupo D).

### **Antígenos H**

- Son antígenos constituidos por una proteína, la flagelina, cuya composición en aminoácidos es constante para un tipo antigénico determinado.
- Depende de dos genes estructurales, que corresponden a la fase 1 y a la fase 2. La mayoría de las cepas del género *Salmonella* pueden expresar las dos especificidades de su antígeno H (difásicos); sin embargo, existen algunas que pueden expresar solamente una sola, ya sea la uno o la dos. (monofásicas) (Parra M, 2002).

### **Antígenos K**

- El único de este tipo que se conoce en *Salmonella* es el existente en *S. typhi*, *S. paratyphi C* Y *S. dublin*. La presencia de este antígeno hace imposible la aglutinación de sueros anti O. La expresión de este factor depende de al menos dos genes (ViA + ViB) (Parra M, 2002).

## **2.5. Distribución geográfica**

La *Salmonella* es de distribución mundial, siendo más frecuente en lugares donde se practica la ganadería intensiva. Los programas de erradicación de *Salmonella* casi han eliminado la enfermedad en los animales domésticos y seres humanos en algunos países (p. Ej., Suecia); sin embargo, los reservorios permanecen en los animales silvestres. Las serovariedades varían en su distribución. Algunas, como la *Salmonella* serotipo *enteritidis* y la *Salmonella* serotipo *typhimurium*, se encuentran en todo el mundo. Otras están limitadas a regiones geográficas específicas (health T. c., 2005).

La modernización de la avicultura y las exportaciones de aves progenitoras son importantes en la diseminación de *Salmonella enteritidis* en el mundo (Castillo & Martínez, 2006).

Su distribución cosmopolita, acomete a todas las franjas etarias, tanto en los países desarrollados como en los que se encuentran en vía de desarrollo, constituyéndose en un importante problema de salud pública (Loureiro, 2010).

## **2.6. Transmisión, Patogénesis y Virulencia**

### ***Transmisión***

La gastroenteritis causada por *Salmonella* es una zoonosis transmitida por la ingestión de alimentos, agua o fómites contaminados por las heces de un animal o persona infectados, y por esta razón ha llegado a ser una pandemia de distribución mundial (Andrade, 2015).

### ***Patogénesis***

Los diversos serotipos tienen diferentes grados de adaptación y patogenicidad para los humanos y las especies animales afectadas; por ejemplo, *Salmonella enterica* serotipo *typhi* y *Salmonella enterica* serotipo *paratyphi* causan enfermedades severas en humanos, conocidas como Síndrome Septicémico y Fiebre Tifoidea. Sin embargo, estos serotipos no son patógenos para los animales. Asimismo, los serotipos *Salmonella gallinarum* y *Salmonella abortus-ovis* son, respectivamente, causantes de la tifoidea aviar y de abortos infecciosos en las ovejas, pero sólo ocasionalmente producen infecciones leves o asintomáticas en humanos (Castillo & Martínez, 2006).

Existen, sin embargo, algunos serotipos como *Salmonella choleraesuis* que causa enfermedad severa en su principal portador, que es el cerdo, pero también puede causar enfermedad sistémica grave en humanos. Los serotipos *Salmonella*

*enteritidis* y *Salmonella typhimurium* infectan tanto a humanos como a animales, pero en éstos, principalmente en los pollos, producen infecciones asintomáticas (Castillo & Martínez, 2006).

### ***Fases de Patogenicidad***

#### **Fase 1: Invasión intestinal**

Después de la ingestión de agua o alimento contaminado, la *Salmonella spp.* inicia su ciclo de infección invadiendo al hospedero a través de tejido linfoide, infiltrando las células M localizadas en las placas de Peyer, enterocitos y tonsilas cecales en las aves. La falta de flora competitiva causada por la mala alimentación, el estrés, o antibióticos puede reducir potencialmente la dosis infectiva de la bacteria (Figueroa, 2005).

#### **Fase 2: Desarrollo de infección sistémica**

La adhesión a la célula M es el primer paso en el proceso de la enfermedad, mediada por una o más de las adhesinas (McVey, 2013). Después de la adhesión, la *Salmonella spp.* invade las células del hospedero por un mecanismo conocido como disparo (trigger). La bacteria envía señales a las células epiteliales que inducen arreglos del citoesqueleto dando lugar a la formación de un ondulamiento (ruffling) en su superficie, como respuesta al contacto. Estas ondulaciones son activadas por Proteínas Invasivas secretadas por *Salmonella spp.* (Ssps) y Sops posteriores a su inyección por el sistema de secreción tipo III (SSTIII) (Figueroa, 2005). La célula diana es irreversiblemente dañada por esta interacción, experimentando apoptosis debido a los efectos citotóxicos que produce *Salmonella spp.* (McVey, 2013).

### Fase 3: Eliminación, persistencia o muerte

Las bacterias se quedan dentro de una vacuola endocítica, donde se replican. También se pueden transportar a través del citoplasma y liberarse hacia la sangre o la circulación linfática, debido a una invasión de células adyacentes (Murray, 2009). A continuación, una respuesta inflamatoria se inicia por la liberación de varias quimiocinas de las células afectadas, así como la liberación de citoquinas proinflamatorias después de la interacción con la pared celular LPS del huésped, las cuales están involucradas en el proceso diarreico. Estas actividades dan lugar a una afluencia de neutrófilos y macrófagos (PMN) (McVey, 2013). El incremento de la permeabilidad vascular acompaña la inflamación en combinación con la pérdida de la integridad epitelial de la mucosa intestinal, un incremento de la salida de líquidos y electrolitos al lumen intestinal provocando así la diarrea (Figueroa, 2005). La diarrea es causada, debido a que en primer lugar se da una interacción con los enterocitos, para posteriormente inducir una respuesta proinflamatoria caracterizada por la secreción basal de la interleucina-8 (IL-8, CXCL8), la quimiocina ligando 20 (CCL20), y varias quimiocinas proinflamatorias, otras que reclutan neutrófilos y células dendríticas en el compartimiento subepitelial. Muchos informes en los cuales se ha utilizado modelos animales y cultivos celulares indican que la capacidad de invadir y sobrevivir en las células epiteliales es importante para la patogénesis de la *Salmonella* (Andrade, 2015).

Mientras que, en el caso de las aves, la *Salmonella enteritidis* es asintomática, pero coloniza el tracto gastrointestinal y los órganos más profundos de los pollos, incluyendo el ovario y el oviducto, a través del cual se consigue transmitir a los huevos que están en formación (Andrade, 2015).

Las aves pueden infectarse con muchos serotipos diferentes de *Salmonella*. De éstos, *S. enterica serotipo pullorum* y *gallinarum* son específicos y son de gran preocupación para la industria avícola por las pérdidas económicas que generan, teniendo consecuencias directas para la Salud Animal. Otra de las

serovariedades, frecuentemente, aislada en pollos es la *S. enterica*, como *typhimurium*, *enteritidis*, y *heidelberg*. Estas llegan con frecuencia a la cadena alimenticia de los humanos, causando enfermedades transmitidas por alimentos; por lo que es considerada de gran importancia en la Salud Pública (Betancor, y otros, 2010). Las aves y sus productos son una importante fuente de infección de salmonelosis en humanos. Es así que la *S. enteritidis* está especialmente adaptada para la transmisión desde el huevo. Otras fuentes de transmisión al humano incluyen a los cerdos (*Salmonella cholerasuis*) o la leche (*Salmonella dublin*) (McVey, 2013).

### **Virulencia**

La virulencia de los serotipos de *Salmonella* se refiere a su capacidad para invadir y replicarse en las células epiteliales (Quinn, 2011). Varios de estos factores sirven para proteger a los organismos de los ácidos estomacales, promover el acoplamiento, impedir la fagocitosis por las células de la mucosa intestinal, permitir la supervivencia y la destrucción de los fagocitos, y facilitar la diseminación a otros tejidos (Forbes, 2007). Estos factores son: la endotoxina, la cápsula, la variación de fase antigénica, los sistemas de secreción de tipo III (SSTIII), el secuestro de factores de crecimiento, y la resistencia al efecto bactericida del suero, resistencia antimicrobiana (Murray, 2009).

## **2.7. Mecanismos de contaminación**

### **Huevo**

- Transmisión vertical: Ruta transovárica, por contaminación directa de la yema, la albúmina, las membranas de cáscara de huevo o la cáscara de huevo antes de la ovoposición, causado por la infección de los órganos reproductivos con *Salmonella enteritidis* (Mora, 2016).
- Transmisión horizontal: Los huevos pueden ser contaminados por penetración a través de la cáscara del huevo desde la colonización del

intestino o de las heces contaminadas durante o después de la ovoposición (Mora, 2016).

### **Canales (Carne)**

- Los procedimientos tecnológicos practicados en la industria alimentaria para el procesamiento de las canales y cortes de pollo para el consumo son también fuentes de contaminación, especialmente en las etapas de evisceración, refrigeración, empaquetado y transporte, donde puede ocurrir el crecimiento microbiano (Andrade, 2015).
- La contaminación cruzada ocurre especialmente en el escaldado, el desplumado y la evisceración. El escaldado es una de las operaciones críticas durante este proceso, debido a la contaminación del agua con materia fecal procedente de las aves sacrificadas.
- El procesamiento de las aves no reduce la contaminación de la canal per se, la proporción de aves contaminadas podría incluso incrementarse durante el faenado (Flores H. F., 2012).
- Casi todas las canales de aves pueden estar infectadas; el número de microorganismos puede ser bajo en un principio y aumentar como resultado del manejo (Andrade, 2015).

### **Galpones**

- La Organización Mundial de la Salud ha determinado que la *Salmonella* puede atravesar toda la cadena alimentaria, desde los piensos para animales hasta los hogares y establecimientos de servicio de comida (OMS, 2013).
- El uso en avicultura de dietas suplementadas con proteínas de origen animal ha contribuido a que un gran porcentaje de granjas tengan animales en estado de portador asintomático y presencia del microorganismo en sus instalaciones (Suarez & Mantilla, 2000).

- Se han identificado varios factores de riesgo para la contaminación por *Salmonella* en las granjas, como la transmisión vertical de las parvadas de las reproductoras a sus crías, la contaminación del equipo en la planta de incubación, un bajo nivel de higiene, la presencia de roedores e insectos en la granja, limpieza inadecuada entre la rotación de las parvadas y la contaminación del alimento y el agua potable (Rasschaert, 2006).

### **Traspatio**

- Este tipo de producción se considera bajo confinamiento mixto, es decir, que durante el día las aves deambulan libremente en las cercanías de la casa, pero por la noche se mantienen encerradas (Martinez, 2013).
- En cuanto a su alimentación, en general, se basa en lo que las aves puedan recolectar cuando están libres y en algunos casos es suplementada con una cantidad limitada de granos y restos de la cocina (Soto & Salas, 2016).
- La cercanía de este tipo de producción a zonas con humedales costeros, en donde las aves migratorias llegan cada año, aumentan las probabilidades de introducir enfermedades infecciosas y, al mismo tiempo, el riesgo de diseminación de ellas (Soto & Salas, 2016).

La *Salmonella* es aún un motivo de preocupación para la salud humana en todo el mundo. Está demostrado que la infección en los animales tiene un impacto directo en los seres humanos debido a su transmisión a través de los alimentos de origen animal (IFIF, 2014).

## 2.8. Epidemiología

Las infecciones de animales de abasto por *Salmonella spp.* tienen un papel importante en la Salud Pública, ya que los alimentos de origen animal se consideran como la fuente principal de infecciones por *Salmonella spp.* en el hombre, esto puede suceder cuando los animales infectados entran en la cadena alimentaria dando lugar a productos alimenticios contaminados (OIE, 2015).

Un gran porcentaje de las aves de corral son infectadas por *Salmonella spp.* durante el proceso de engorda; el número de microorganismos presentes pueden ser bajos en un principio y aumentar como resultado del manejo (Bonita, 2008).

En el año 2012, el Centro de Prevención y Control de Enfermedades de Estados Unidos reveló que del total de enfermedades humanas las Enfermedades de Transmisión Alimentaria representan el 33% y de estas la salmonelosis constituye el 25%, siendo el patógeno alimentario de la carne de pollo responsable de la mayoría de hospitalizaciones (CDC, 2012).

### 2.8.1. Salmonelosis en el hombre

Por lo general las infecciones por *Salmonella spp.* son consecuencia de la ingestión de productos alimentarios contaminados, o de una transmisión directa por vía feco-oral (Murray, 2009). La mayoría de las infecciones por *Salmonella* no tifoidea está causada por *S. entérica* subespecie entérica serotipo *enteritidis*, *S. typhimurium*, *S. Newport*, *S. Heidelberg*, y *S. Javiana* (Bush & E., 2020). La gastroenteritis suele comenzar en las 12 a 48 h posteriores a la ingestión de los microorganismos, con náuseas y cólicos abdominales seguidos por diarrea, fiebre y a veces vómitos. El cuadro suele ser leve, y dura 1 a 4 días. Alrededor del 10 a 30% de los adultos desarrolla artritis reactiva semanas a meses después de que resuelva la diarrea. Este trastorno provoca dolor e inflamación, por lo general en las caderas, las rodillas, y el tendón de Aquiles (Bush & E., 2020).

La fiebre entérica es una forma más leve que la tifoidea; se caracteriza por fiebre, postración y septicemia. La bacteriemia es relativamente infrecuente en pacientes con gastroenteritis, excepto en los lactantes y los adultos mayores. Sin embargo, la *S. choleraesuis*, la *S. typhimurium*, y la *S. heidelberg*, entre otras, pueden causar un síndrome bacteriémico sostenido y con frecuencia mortal, que dura  $\geq 1$  semana, con fiebre, cefalea, malestar y escalofríos, pero rara vez diarrea. Los pacientes pueden tener episodios recurrentes de bacteriemia y otras infecciones agresivas (p. ej., artritis séptica) por *Salmonella* (Bush & E., 2020). La infección focal por *Salmonella* puede presentarse con o sin bacteriemia y causar dolor en el órgano involucrado o dolor referido: en el aparato digestivo (hígado, vesícula, apéndice), en las superficies endoteliales (p. ej., placas ateroscleróticas, aneurismas ileofemorales o aórticos, válvulas cardíacas), pericardio, meninges, pulmones, articulaciones, huesos, tracto urinario o tejidos blandos (Bush & E., 2020). Los tumores sólidos preexistentes pueden ser invadidos y dar origen a la formación de abscesos que, a su vez, se transforman en fuente de bacteriemia por *Salmonella*. Las *S. choleraesuis* y *S. typhimurium* son las causas más comunes de infecciones focales (Bush & E., 2020).

## **2.8.2. Salmonelosis Aviar**

### **Tifosis Aviar y Pullorosis**

La tifosis aviar y la pullorosis se encuentran entre las enfermedades más importantes de las aves de corral. Estas enfermedades son causadas por 2 organismos estrechamente relacionados, que antes se consideraban especies diferentes, hasta que, recientemente, fueron clasificados como biovares de *Salmonella enterica Subespecie enterica*. Generalmente, sólo las aves jóvenes presentan síntomas de pullorosis. El índice de mortalidad varía, y puede alcanzar hasta el 100% (health t. c., 2009).

La tifosis aviar es similar a la pullorosis en aves jóvenes; pero, también genera preocupación en aves en crecimiento y adultas. La transmisión vertical de

estas enfermedades complica su control: las gallinas se convierten en portadoras infectadas de forma subclínica y transmiten la infección a sus embriones, en el huevo. La tifosis aviar y la pullorosis han sido erradicadas de las aves comerciales de corral en muchos países desarrollados, como Estados Unidos y Canadá; no obstante, pueden persistir en parvadas de traspatio y en aves de caza. La pullorosis preocupa cada vez más en el caso de los pichones de faisán. Rara vez, estas enfermedades han sido reintroducidas en granjas comerciales de pollos o pavos (health t. c., 2009). En las aves adultas y en crecimiento, las infecciones por *Salmonella pullorum* pueden pasar desapercibidas. La tifosis aviar se puede presentar tanto en aves adultas como en jóvenes. Los signos clínicos incluyen disminución del apetito, depresión, deshidratación, pérdida de peso, plumas erizadas, y una diarrea de acuosa a mucoide. La pérdida progresiva de la condición puede producir anemia, con crestas pálidas y encogidas. Ocasionalmente, en aves adultas, *Salmonella pullorum* causa una enfermedad similar a la tifosis aviar; donde los signos más comunes son anorexia, depresión, diarrea y deshidratación. *Salmonella gallinarum* y *Salmonella pullorum* pueden provocar una disminución en la producción de huevos, fertilidad o incubabilidad, tanto en portadoras inaparentes como en aves con signos sistémicos (health t. c., 2009).

### **2.8.3. Antecedentes de la Enfermedad Transmitida por Alimento (Salmonelosis) en Panamá**

En Panamá, al igual que en el resto del mundo la prevención y control de las Enfermedades Transmitidas por los Alimentos (ETA's) representa un problema y un desafío para la Salud Pública dada las dificultades para conocer su incidencia real. Entre las causas que influyen en este hecho, pueden mencionarse las relativas a las limitantes propias del sistema de salud, entre los cuales se pueden mencionar las siguientes (Situación Sanitaria Panamá, 2005):

- Diagnóstico médico deficiente en los centros de Salud;
- Limitada capacidad analítica de Laboratorios en el área de alimentos;

- Poca y deficiente investigación de brotes y casos de ETA's;
- Deficiente coordinación entre los entes responsables de la vigilancia epidemiológica de la inocuidad de alimentos y de la salud pública;
- Desconocimiento de la comunidad de los problemas relacionados con la inocuidad de alimentos y ETA's (Situación Sanitaria Panamá, 2005).

A pesar de estas deficiencias y limitaciones desde 1996, se decidió adoptar la Guía de Vigilancia de Enfermedades Transmitidas por Alimentos propuesta por la Organización Panamericana de la Salud (OPS) como instrumento para mejorar las actividades de vigilancia e investigación de las ETA's en Panamá.

### **Periodo de 1995 – 2003**

- En el periodo 1995 a 2003, se notificaron e investigaron 147 brotes de ETA's, que produjeron 3253 casos y 8 defunciones. El 39.8% de los casos fueron registrados en los años 1995 y 1998, aunque el mayor número de brotes reportados e investigados se presentaron en el 2000 y 2001.
- En este mismo periodo 1995 a 2003, el Sistema de Vigilancia Epidemiológica del Ministerio de Salud de Panamá registró un promedio anual de 1315 casos de intoxicaciones alimentarias; 112287 casos de enfermedad diarreica aguda y 30 casos de Salmonelosis (Situación Sanitaria Panamá, 2005).
- Se reporto muy baja incidencia de casos de fiebre tifoidea. El promedio mensual de casos de diarrea fue de 9357. Durante el periodo 2001 – 2003, la tasa de intoxicaciones alimentarias osciló entre 59.8% y 34.4% casos por 100000 habitantes, presentándose el valor máximo en el año 2001 y el mínimo en el 2003, con un descenso porcentual del 42.4%.
- No se consignaron casos de fiebre paratifoidea hasta el año 2001, cuando se dio el reporte de un caso. Por otro lado, se reportaron 380 casos de Shigelosis en el periodo 1992-2003, con un promedio de 32 casos por año, sin reporte de casos en el 1995 y 1996. El 60.2% de los casos se registró entre el 2000 y 2003. Las otras Salmonelosis han tenido un comportamiento fluctuante de

casos reportados, con un total de casos acumulados de 268 y un promedio anual de 30.

- Durante el 2002 se captaron 1685 casos de Intoxicación Alimentaria; 170650 de Enfermedad Diarreica; 28 de Salmonelosis; y 4902 de Amibiasis. En este mismo año se registraron e investigaron 21 brotes de ETA's, en la que enfermaron unas 200 personas, sin registrarse defunciones. En el 25% de los brotes se logró identificar el agente etiológico involucrado, en un 40% el alimento contaminado responsable, y en un 70% el lugar de elaboración-consumo.
- En el 2003 se captaron 1073 casos de Intoxicación Alimentaria, 189314 de Enfermedad Diarreica, 35 de Salmonelosis y 5639 de Amibiasis.

#### **Periodo de 2004 – 2019**

- En 2004, se captaron 593 casos de Intoxicación Alimentaria, 97924 de Enfermedad Diarreica, 23 de Salmonelosis, 366 de Hepatitis Infecciosa, y 2244 de Amebiasis.
- En los brotes investigados se determinaron que las enterobacterias, como *Salmonella spp*, y *Escherichia coli*; y la toxina de *Staphylococcus aureus* fueron los principales agentes patógenos involucrados en las ETA's. Los alimentos mixtos y los de origen animal como las carnes, lácteos y pescados contaminados fueron los productos mayormente asociados a los brotes de las ETA's, identificándose que, los alimentos involucrados por lo regular elaborados en las cocinas de hogares, vía pública (venta callejera) y cocinas institucionales (escuelas, internados y cárceles), no reúnen las condiciones higiénico-sanitarias mínimas establecidas para manejo y expendio de alimentos (Situación Sanitaria Panamá, 2005).
- Durante el período 2006–2010, la tasa promedio anual de infecciones de origen alimentario fue de 43,3% por 100000 habitantes. De los casos notificados, 7% correspondieron a Salmonelosis y 4% a Shigelosis; desconociéndose la etiología del restante 89% de los casos. La mayoría de los casos graves se diagnosticaron en hospitales, ya que se trató de una

enfermedad poco reconocida en los servicios de atención primaria. A pesar de la subnotificación, se comunicaron casos en todas las regiones de salud del país, con mayor frecuencia en las regiones de salud Metropolitana, San Miguelito y Colón (PAHO/WHO, 2010).

- Anualmente, 80 personas contraen *Salmonella* en Panamá, por comer pollo, huevo, carne, leche, verduras y frutas que no han sido bien preparados o cocidos. El contacto con heces contaminadas de personas o animales ha provocado que en los últimos 5 años se detecten 456 casos de la bacteria. A pesar de esto, la situación real de la Salmonelosis en Panamá es actualmente desconocida (Panamá N. , 2016).
- En el año 2018, se notificaron 5321 casos a la semana 42 y, 4919 en el año 2019. En los acumulados en el año 2018 hasta la semana 42 se habían registrados 217160 casos.
- En 2019, según la agrupación de eventos, las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA's) fueron 4934 casos (60%), representando el mayor número de notificaciones. De estas, las enfermedades diarreicas representaron el 99.6% de los reportes (Boletín Epidemiológico, 2019).

#### **2.8.4 Legislación panameña**

La legislación panameña establece eventos de notificación obligatoria y la creación de programas de vigilancia sanitaria, además de normas sanitarias para la comercialización de carne de ave y su exportación. A continuación, se mencionan algunas de las más relevantes:

- ✓ Decreto Ejecutivo N.º 251, del 2 de septiembre de 2013. Por el cual, se crea el Programa Nacional de Sanidad Avícola en la Dirección Nacional de Sanidad Avícola del Ministerio de Desarrollo Agropecuario.
- ✓ Ley N.º 23 del 15 de julio de 1997. Por la cual, se aprueba el Acuerdo de Marrakech, constitutivo de la Organización Mundial del Comercio; el Protocolo de adhesión de Panamá a dicho acuerdo junto con sus anexos y

lista de compromisos; se adecua la legislación interna a la normativa Internacional y se dictan otras disposiciones.

- ✓ RT 33-480 Norma Copanit Carne de Aves. Pollo Procesado. En esta Norma en Panamá, manifiesta que el conteo de criterios microbiológicos para pollo procesado para *Salmonella* spp debe estar ausente en 25 g.
- ✓ DGNTI-COPANIT 33-2007. Norma de Proceso de Pollo.
- ✓ Decreto Ejecutivo 1617 de 21 de octubre del 2014, notificación e investigación obligatoria de Salmonelosis.

## 2.9. Diagnóstico

El diagnóstico empleado para la identificación de *Salmonella* en las muestras aviares está dividido en 5 procesos que son: Preenriquecimiento, Enriquecimiento, Cultivo, Pruebas Bioquímicas, incluyendo las Pruebas API E 20 (Espino & Cesar, 2003).

Las muestras tomadas varían según la circunstancia y el programa de vigilancia siendo los hisopos cloacales y muestras de órganos los más usados. Los hisopados cloacales han sido utilizados para evidenciar la colonización intestinal persistente. Las muestras para *Salmonella* pueden obtenerse de una variedad de fuentes, principalmente de tejidos, huevos y del ambiente de las granjas. Como muchos de los serotipos de *Salmonella* pueden ser altamente invasivos y pueden diseminarse a los órganos internos, pueden tomarse muestras de hígado, bazo, ovarios, oviductos, saco vitelino, corazón etc. Entre las muestras ambientales, se incluyen las heces frescas y cama (Soria, 2013). Los órganos de elección para el aislamiento de las Salmonellas que afectan mayormente a las aves son el hígado, bazo y contenido de ciegos siendo *S. pullorum* o *S. gallinarum* los frecuentemente encontrados. Los pollitos de 1 día de edad son esenciales en la toma de muestras del saco vitelino. En aves con enfermedad crónica las muestras de elección son óvulos afectados, testículos, tonsilas cecales o el contenido de articulaciones afectadas (Soria, 2013).

En el método de cultivo bacteriológico se emplea tanto las muestras clínicas como las ambientales, las cuales son procesadas con un preenriquecimiento no selectivo, en el caso que se considere que la *Salmonella* se encuentra potencialmente afectadas. Posteriormente, se sigue un enriquecimiento selectivo; luego las muestras se siembran en agares selectivos y diferenciales.

**Procedimiento utilizado en LADIV, en la unidad de bacteriología clínica para el aislamiento de *Salmonella*** (Espino & Cesar, 2003).

### **Medios de cultivo para preenriquecimiento**

El preenriquecimiento es el proceso de inoculación de la muestra en un caldo no selectivo y su incubación durante 18-24 horas a 35-37 °C. Entre los medios de cultivo utilizados para el preenriquecimiento, se incluyen los medios de Agua Peptonada, Caldo Lactosado. Estos medios permiten que un escaso número de salmonelas se multipliquen sin que mueran por los efectos tóxicos de los medios de enriquecimiento, o ayudan a la recuperación de las que presentan daños letales, como los debidos a la congelación, el calentamiento, la exposición a las sustancias microbicidas o a la desecación (OIE, 2015). Entre los medios de cultivo utilizados como medios de preenriquecimientos para el aislamiento de *Salmonella* se encuentran (Ilustración 2 Medios de Agua peptonada y Pool de muestras de *Salmonella*):

- **Agua Peptona Tamponada:** La presencia de sales fosfato en el medio provee las condiciones adecuadas para la recuperación de las bacterias dañadas en los procesos de preservación de alimentos, tales como calentamiento, desecación o altas presiones osmóticas. El medio contiene peptona como fuente de nitrógeno y cloruro de sodio para mantener el balance osmótico del medio (Soria, 2013).
- **Caldo Lactosado:** Facilita la reducción de microorganismos capaces de competir con la *Salmonella*, ocasionando una bajada del pH (Soria, 2013).

### **Medios de cultivo para enriquecimiento selectivo**

El objetivo del paso de enriquecimiento en medios selectivos es reducir la concentración de los microorganismos competidores y, al mismo tiempo, aumentar o mantener estable la población de la bacteria de interés (Entis, 2002). Entre los medios de enriquecimiento selectivo empleados en muestras avícolas se encuentran (Ilustración 3 Medios de Enriquecimiento, Cultivo y Bioquímicas):

- **Caldos Tetratonatos (TT):** la fórmula original conocida como Tetratonato Muller Kauffman comprende una mezcla de peptonas de carne y de caseína, sales biliares, carbonato de calcio, tiosulfato de sodio, iodo y el colorante verde brillante. Las sales biliares y el verde brillante inhiben el crecimiento de bacterias gram-positivas, el carbonato de calcio provee un pH alcalino; mientras que, el iodo y el tiosulfato de sodio se combinan para la formación del tetratonato. Como este último componente no es estable, para un óptimo desempeño del medio, es recomendable añadir el iodo momentos antes de utilizar el medio (Entis, 2002). Para evitar la contaminación del género *Proteus spp.* puede resultar necesario agregar novobiocina (Soria, 2013).
- **Caldo Rappaport-Vassiliadis (RV):** es uno de los medios más comúnmente usados y efectivos para aislar *Salmonella* a partir de muestras ambientales y contenido de huevo. El medio se basa en distintos parámetros de selectividad entre los que se incluyen la alta presión osmótica, pH ácido ( $5,2 \pm 0,2$ ), colorante verde de malaquita e incubación a 42-43°C (Entis, 2002).

### **Agares selectivos-diferenciales**

Agar XLT4, Agar verde brillante con sulfapiridina y, Agar McConkey (USDA).

Estos medios usualmente contienen nutrientes, agentes selectivos y uno o más sistemas de reacciones diferenciales para distinguir las colonias de interés del resto de los microorganismos (Entis, 2002). Debido a la presencia de altas concentraciones de bacterias distintas de *Salmonella* en las muestras ambientales, los medios selectivos-diferenciales deben contribuir a la inhibición

previa llevada a cabo por el enriquecimiento selectivo. Muchos de los medios pueden inhibir la mayoría de los coliformes. Sin embargo, los principales problemas son las especies de *Proteus*, *Providencia*, *Morganella* y *Pseudomonas*. Las colonias de estas bacterias pueden confundirse con *Salmonella* en algunos de los agares, resultando en altos porcentajes de falsos positivos (Waltman & Gast., 2008.). Entre los medios selectivo-diferenciales usados se citan:

- **Agar Verde Brillante con sulfapiridina:** Este medio modificado de agar verde brillante es altamente selectivo. Osborne y Stokes adicionaron Sulfapiridina de sodio al 0.1% para aumentar las propiedades de selectividad, para el aislamiento de *Salmonella* después de usar un caldo enriquecido. El fundamento de la diferenciación colonial es el mismo que en el agar VB; la peptona y el extracto de levadura proveen Nitrógeno, vitaminas y minerales; la lactosa y sacarosa son las fuentes de carbohidratos y la sulfapiridinas inhibe las bacterias Grampositivas y la mayoría de las Gramnegativos, excepto las *Salmonella* (USDA).
- **Agar Mac Conkey:** es inhibidor para los microorganismos no entéricos, diferencia microorganismos fermentadores de lactosa (colonias rosadas) de los no fermentadores de dicho azúcar (colonias transparentes). Es el medio de elección para el cultivo directo de tejidos (OIE, 2015).
- **Agar XLT4:** Tiene una adición de tergitol 4 al medio base xilosa-lisina para el aislamiento de *Salmonella* en muestra de excretas avícolas. El tergitol tipo 4 es un surfactante que inhibe las especies de *Proteus*, *Pseudomonas* y *Providencia* (Soria, 2013).

### **Identificación bioquímica**

El crecimiento de colonias morfológicamente compatibles con *Salmonella spp.* en los agares selectivos-diferenciales permite seleccionar las mismas para su posterior siembra en medios de cultivo para realizar distintas pruebas bioquímicas (Soria, 2013).

En el LADIV se emplean las pruebas de: TSI, Agar citrato de Sims, Agar de Christensen (urea), Agar de hierro lisina; SIM – motilidad, Indol, H<sub>2</sub>S, Caldo lisina, Caldo malonato, Lactosa, Dulcitol, Sucrosa. (USDA)

- **El uso combinado del Agar Hierro Tres Azúcares (TSI):** junto al agar lisina hierro (LIA) es generalmente suficiente para la identificación de la mayoría de las colonias sospechosas de *Salmonella*. Al menos tres colonias claramente separadas se transfieren a estos medios. En el caso del TSI la mayoría de las salmonelas producen reacción alcalina (rojo) en el bisel y ácida (amarillo) en el fondo del tubo con producción de gas y H<sub>2</sub>S que a menudo oscurece la reacción ácida (Soria, 2013).
- **En el Agar Lisina Hierro (LIA):** la *Salmonella* muestra descarboxilación de la lisina, con reacción alcalina en el bisel y alcalina en el fondo del tubo. La prueba de LIA es útil para diferenciar *Salmonella* de otras bacterias intestinales, tales como *Citrobacter spp.* y *Proteus spp.*, ambas similares en TSI. En el caso de las aves, en donde predominan las bacterias del género *Proteus*, el agar urea (*Proteus* es positivo y *Salmonella* es negativa) es una prueba que permite diferenciar colonias de *Proteus* que son idénticas a las de *Salmonella* en algunos de los agares, pues ambas son lactosa negativas y productoras de sulfhídrico.
- **La Prueba En Agar Citrato:** se utiliza para determinar si un microorganismo es capaz de utilizar el citrato como única fuente de carbono. Esto conduce a la alcalinización del medio con cambio de color del indicador de pH, originando un color azul profundo (Merck, 2005).
- **El agar SIM** (Sulfhídrico, Indol, Movilidad) pone de manifiesto la movilidad, la formación de sulfuro de hidrógeno y la producción de indol. La movilidad se indica por la presencia de una turbidez difusa alrededor del punto de siembra; si las bacterias son inmóviles, el crecimiento ocurre sólo en la línea de punción. La formación del sulfuro de hierro se observa por un color negro en el área de crecimiento. Para la formación de indol, el medio es cubierto con el reactivo de Kovács. Éste genera un color rosado lo que indica una reacción positiva (Soria, 2013).

## **Sistema API 20 E**

Para la confirmación bioquímica, además de las pruebas bioquímicas comunes para todas las salmonelas, deben realizarse pruebas complementarias como la del API E20 (DINASA, 1999). Las pruebas API20E son un sistema de identificación rápida para bacterias de la familia Enterobacteriaceae y otras bacterias Gram negativas. Básicamente, consta de 21 test bioquímicos estandarizados y miniaturizados y una base de datos. Este sistema presenta las ventajas de ser rápido, eficaz y de permitir realizar numerosas pruebas a la vez. Cada tira de API 20E contiene 20 microtubos o pocillos con distintos sustratos deshidratados. Cada tubo es una prueba bioquímica distinta (Salamanca, 2019).

Los microtubos se inoculan con una suspensión de microorganismos, en agua o solución salina, que rehidrata los medios. Las tiras o galerías se incuban a 37°C y por efecto del metabolismo bacteriano se producen cambios de color espontáneos o bien por la adición de reactivos. La lectura de las reacciones se hace mediante comparación con una tabla de lectura donde se indica si los microorganismos deben considerarse positivos o negativos para cada reacción según el color aparecido (Salamanca, 2019).

### **Etapas del procedimiento**

Preparación de la suspensión bacteriana:

- Tomar una colonia bien aislada de cada microorganismo y suspenderla homogéneamente en 5 mL de solución salina (1% de NaCl) o 5 mL de agua estéril (Ilustración 5 Crecimiento de Salmonella).

#### **Siembra de la galería y lectura API:**

- Cada pocillo tiene un tubo y una cúpula (parte aerobia).
- Llenar con la suspensión de bacterias los tubos, no la cúpula, de todos los pocillos. Luego llenar la cúpula de los pocillos CIT, VP, GEL con la suspensión de bacterias (Ilustración 1 Bateria de pruebas API).
- Llenar con parafina las cúpulas de los pocillos ADH, LDC, ODC, URE, H<sub>2</sub>S para obtener anaerobiosis (Ilustración 1 Bateria de pruebas API)

- Poner la tira en su propia cámara húmeda de incubación. Previamente poner agua en los alvéolos de la cámara para proporcionar una atmósfera húmeda durante la incubación (Ilustración 4 Pruebas API E20).
- Incubar a 37 °C durante 18-24 h.
- La lectura de los resultados se lleva a cabo por comparación de los colores de cada pocillo con los de las tablas de lectura (Salamanca, 2019). (Ilustración 6 Resultados API E 20).

<b>Batería de pruebas incluidas y tablas de lectura con coloraciones positivas y negativas</b>			
<b>Prueba</b>	<b>Reacción / Enzimas</b>	<b>Negativo</b>	<b>Positivo</b>
ONPG	beta gactosidasa	sin color	amarillo
ADH	arginina deshidrolasa	amarillo	rojo o naranja
LDC	lisina descarboxilasa	amarillo	rojo o naranja
ODC	ornitina descarboxilasa	amarillo	rojo o naranja
CIT	utilización del citrato	verde	azul oscuro o turquesa
H2S	producción de h2s	sin precipitado negro	precipitado negro
URE	ureasa	amarillo	rojo o naranja
TDA	triptófano desaminasa	amarillo	marrón rojo
IND	producción de indol	amarillo	rosado o anillo rosa-rojo
VP	producción de acetoínas (v.proskauer)	sin color	rosa-rojo
GEL	gelatinasa	sin difusión	difusión de pigmento
GLU	fermentación/oxidación de glucosa	azul o verde	amarillo
MAN	fermentación/oxidación de manitol	azul o verde	amarillo
INO	fermentación/oxidación de inositol	azul o verde	amarillo
SOR	fermentación/oxidación de sorbitol	azul o verde	amarillo
RHA	fermentación/oxidación de ramnosa	azul o verde	amarillo
SAC	fermentación/oxidación de sacarosa	azul o verde	amarillo
MEL	fermentación/oxidación de melobiosa	azul o verde	amarillo

Ilustración 1 Batería de pruebas API (Perero, 2012)

## 2.10. Importancia del sector avícola

Un sistema es un conjunto de unidades recíprocamente relacionadas. De ahí se deducen dos conceptos: propósito (u objetivo) y globalismo (o totalidad). Todo sistema tiene uno o varios propósitos. Los elementos u objetos definen una

distribución que trata siempre de alcanzar un objetivo. El globalismo o totalidad implica que un cambio en el sistema producirá cambios en la producción (Martínez, 2013).

Dentro de los sistemas de producción se encuentran los sistemas intensivos, que se caracterizan por contar con animales genéticamente mejorados, altas densidades en confinamiento, instalaciones tecnificadas y una alimentación balanceada. Sin embargo, la avicultura en el patio de la casa y al aire libre representa hasta un 70% del total de la producción de huevos y carne de aves, las cuales son destinadas para autoconsumo en los países de bajos ingresos y con déficit de alimentos.

En contraste con la avicultura comercial, la avicultura denominada de traspatio se realiza en el medio rural y zonas marginadas (Martínez, 2013). En los sistemas de producción avícola de traspatio, las familias rurales siguen métodos tradicionales de producción, manejo, mantenimiento y su experiencia indica que son viables para conservar su funcionamiento y reproducción. La avicultura comercial utiliza los más recientes avances tecnológicos para su producción, mientras que la cría de aves de traspatio emplea pocos insumos y ocupa la mano de obra familiar disponible (Martínez, 2013).

### **2.10.1. Sistema de producción traspatio**

Los sistemas productivos de traspatio (SPT) son la forma más común de producción animal a nivel mundial, siendo uno de los principales medios de subsistencia de pequeños agricultores (Ruiz, 2013). Las aves de corral son la especie animal más habitual, pudiéndose considerar a la producción porcina como una actividad complementaria. No obstante, los cerdos, al igual que las aves, forman parte del ganado menor, proporcionando una alternativa viable que puede ser fácilmente adoptada por los pequeños agricultores (West, Patricio, & Santiago, 2015).

Los SPT se caracterizan por poseer aves de corral, mantenidas con bajas medidas de bioseguridad, rebaños pequeños de aproximadamente 40 a 50 aves y con varias razas mezcladas dentro del mismo grupo. Las aves interactúan estrechamente con los humanos, así como con las aves silvestres y los animales domésticos. Cabe destacar, que las aves suelen ser sacrificadas y preparadas in situ; es decir, sin un proceso que incluya una planta faenadora; por lo que la carne y los subproductos obtenidos de ellas, en general, son utilizados para el consumo familiar o para la venta local, y no tienen conexiones funcionales con los establecimientos industriales (Ruiz, 2013).

La mayoría de los propietarios no aplican principios básicos de higiene y de bioseguridad, tales como la, desinfección de manos al contacto con los animales, medidas de cuarentena, entre otros; por lo que existe el riesgo de infectarse con agentes zoonóticos al entrar en contacto con otros animales. Al mismo tiempo, las aves enfermas pueden ser manipuladas, vendidas, sacrificadas y consumidas sin considerar que la infección que afecta al animal puede ser igualmente nocivo para el hombre (West, Patricio, & Santiago, 2015). Los SPT se caracterizan por mantener a las aves bajo confinamiento mixto; o sea, durante el día deambulan libremente en las cercanías de la casa, pero por la noche se mantienen encerradas. En cuanto a su alimentación, en general, se basa en lo que las aves puedan recolectar cuando están libres y en algunos casos es suplementada con una cantidad limitada de granos y restos de la cocina (Ruiz, 2013).

En relación a los factores de riesgo para la introducción de agentes patógenos en los SPT, se encuentran: la cercanía con los humedales, lagos, riachuelos en donde pueden entrar en contacto con aves migratorias que llegan cada año, aumentando las probabilidades de introducir enfermedades infecciosas al entorno y, al mismo tiempo, el riesgo de diseminación de ellas. Con respecto al manejo de las mortalidades de las aves, ésta también se considera un factor de riesgo, debido que, muchos de ellos, al morir las aves, estas son descartadas en

zonas inadecuadas, lo que representa otra fuente de transmisión de patógenos para las aves de corral y las aves silvestres (West, Patricio, & Santiago, 2015).

Una parte integral de los sistemas de producción animal familiar son los de traspatio, lugar donde se realizan una diversidad de actividades, como cultivar vegetales y la crianza de diferentes especies de animales. Sin embargo, generalmente carecen de tecnologías específicas, además del desconocimiento de las medidas sanitarias que permiten proteger la salud de los animales, los cuales son mantenidos en estos sistemas tradicionales, con el objetivo de contribuir a su economía a través del incremento de la productividad. Dentro del componente animal, las aves de corral son quizá los animales más comunes en los traspatios, seguido de los cerdos, pues su manejo suele ser sencillo y los productos que se obtienen de ellos son de alta calidad nutritiva y de bajo costo (West, Patricio, & Santiago, 2015).

El nulo o deficiente manejo sanitario de muchas de estas unidades productivas genera un ambiente propicio para la contaminación provocando enfermedades. Estas son causadas por diversos patógenos, entre ellos bacterias de la familia Enterobacteriaceae, la cual tiene gran importancia en países desarrollados como en vías de desarrollo, gracias al gran número de personas que afecta anualmente, además de la producción de alimentos que favorecen la diseminación de estos patógenos (Soto & Salas, 2016). La producción animal de traspatio es una actividad importante en las comunidades rurales de la mayoría de los países en desarrollo. Son escasos los estudios sobre el comportamiento, desarrollo y sanidad en los sistemas de producción de traspatio (SPT), la determinación de algunos de sus indicadores bioproductivos y las principales causas de mortalidad. No obstante, en estas crianzas realizadas en áreas rurales, no se han implementado sistemas de monitoreo sanitario, tanto de sus modelos de crianza, como de la comercialización de sus productos, que aseguren la calidad microbiológica del alimento puesto en venta al mercado consumidor (Soto & Salas, 2016).

La salmonelosis es una enfermedad de importancia ya que presenta una elevada morbilidad en personas y animales, además de los elevados costos que representa para la Salud Pública y Animal, generados por pérdidas en la producción y el aumento de los costos en los sistemas productivos en los que cursan el problema (Soto & Salas, 2016). El término «avicultura familiar» hace referencia a toda la variedad de los sistemas de producción avícola a pequeña escala que se encuentran en las zonas rurales, urbanas y periurbanas de los países, generalmente aquellos en desarrollo. El término no describe el sistema de producción en sí mismo, sino que se refiere a la cría de aves de corral en los hogares para mejorar la calidad alimentaria y generar ingresos (Pesado & Serrano, 2013).

#### **2.10.2. Sistemas de producción avícola tecnificado**

El sistema tecnificado utiliza los adelantos tecnológicos disponibles a escala mundial, y están adaptados a las necesidades de su producción y a las condiciones del mercado del país. En este estrato tecnificado se ubican las grandes compañías o consorcios avícolas que además de incorporar tecnología de punta, muestran un grado de integración total, al iniciar su proceso productivo con la explotación de aves progenitoras y terminar con la concurrencia directa a los mercados minoristas de los principales centros urbanos. La integración vertical les permite a las compañías de este nivel la industrialización de la carne, obteniendo de esta manera productos procesados que se destinan al consumo directo (Pesado & Serrano, 2013). La integración horizontal y los importantes volúmenes de producción y manejar una economía de escala, ha permitido que estas empresas cuenten con fábricas de alimentos balanceados, al contar con la capacidad para efectuar compras por volumen de los principales insumos, obteniendo de esta manera precios menores. Adicionalmente, las compañías integradas cuentan con laboratorios de diagnóstico, y ofertan servicios técnicos, que permiten mantener altos niveles de calidad sanitaria. El control de algunos factores económicos y la retención del valor agregado generado a lo largo de la cadena productiva, permiten obtener niveles de rentabilidad elevada y que, ante

fenómenos de disminución de precios, podrían mantenerse en el mercado, y de este modo ganar espacios que no pueden ser desatendidos por los empresarios semi-tecnificados (Pesado & Serrano, 2013).

Los sistemas intensivos de producción se caracterizan por utilizar animales seleccionados genéticamente, manejadas en sistemas de producción de ambiente controlado y con un dominio nutricional basado en el uso de alimentos concentrados o piensos compuestos por elementos de alta digestibilidad. Así, en la avicultura intensiva no se acostumbra utilizar razas puras sino híbridos comerciales con rendimientos superiores a las razas puras (Pesado & Serrano, 2013). En la avicultura hay que distinguir dos sectores bien diferenciados: el sector de producción de carne y el sector de producción de huevos. En ambos, se encuentra la posibilidad de producir alimentos estándar con base a la utilización de aves selectas y prácticas de producción convencionales. También se producen alimentos diferenciados como son la carne y los huevos camperos o ecológicos, entre otros, en base a híbridos (FAO, 2019). Las unidades de producción de carne o huevos a mayor escala suelen estar integradas verticalmente, con granjas de cría de aves parentales (padres y abuelos), criaderos, fábricas de piensos e instalaciones de elaboración de huevos o carne. La producción se localiza generalmente en las ciudades o en proximidad de ellas, y cerca de instalaciones de elaboración y de proveedores de insumos. Estos sistemas abastecen, principalmente, a las poblaciones urbanas y periurbanas. Los pequeños agricultores comerciales a pequeña escala, a menudo producen productos similares, pero de manera menos eficiente y con mayor dificultad para asegurar insumos de calidad, como pollitos y piensos (FAO, 2019).

## **2.11. Vigilancia Epidemiológica para la Prevención de salmonelosis en explotaciones aviares**

### **Vigilancia epidemiológica**

La Vigilancia Epidemiológica para la prevención de la salmonelosis, la realiza la Dirección Nacional de Salud Animal, específicamente a través del Departamento de Epidemiología, y abarca todo el territorio nacional (PRONSA, 2015).

### **Vigilancia Activa**

Este sistema de vigilancia consiste en la colección de muestras de sangre e hisopados traqueal y cloacal en aves de traspatio y de granjas tecnificadas a nivel nacional permitiendo determinar la presencia o ausencia de agentes infecciosos como el virus de Influenza Aviar, Newcastle Velogénico y *Salmonella*. La toma de muestras se realiza con base a un diseño de muestreo epidemiológico que determina los corregimientos a evaluar y el número de muestras. Específicamente, el sistema de vigilancia epidemiológica de *Salmonella* se realiza por medio del muestreo por fases en fincas de producción avícola. Cada fase, ya sea de traspatio o tecnificada se desarrolla en el período de un mes (PRONSA, 2015).

## **2.12. Control de *Salmonella***

El control de la Salmonelosis es muy complejo, ya que conlleva la reducción del riesgo de contaminación en los procesos de producción, transporte y preparación de los productos, partiendo de una excelente bioseguridad de los procesos en granjas, como también en plantas de procesamiento y vehículos que transportan los alimentos.

Además, se debe evaluar constantemente los puntos críticos que son importante para la inocuidad de los alimentos de origen animal, que permiten una producción limpia de residuos que brinden confianza y seguridad a los consumidores. En último lugar, se debe concientizar a los consumidores al buen

manejo de los alimentos y de los animales dentro de los hogares, para así evitar posibles contaminaciones que afecten la salud y bienestar de las personas (Piñeros & Rodríguez, 2010).

### **2.13. Importancia en Salud Pública**

La infección de origen alimentario por *Salmonella spp.*, es una de las causas más importantes de gastroenteritis en seres humanos. Los principales reservorios de estos microorganismos son los animales portadores asintomáticos y las fuentes de infección más frecuente son los alimentos o los productos derivados de estos. El aumento de la incidencia de *Salmonella spp.*, es de gran impacto tanto en Salud Pública como en Salud Animal y se ha relacionado con un incremento de la diseminación de los microorganismos a través de las cadenas productivas animales (bovinos, cerdos, pollos asaderos y en especial gallinas ponedoras) (Uribe & Suárez, 2006).

Todas las serovariedades de *Salmonella* conocidas hasta el momento, son consideradas patógenas para el hombre, los animales o ambos. De acuerdo con la adaptación a sus hospederos, pueden reconocerse tres grupos: el primero, conformado por aquellas serovariedades estrictamente adaptadas a una especie como *Salmonella typhi*, *S. paratyphi A* y *S. sendai*, todas adaptadas al hombre, y de manera similar *S. abortusovis* y *S. gallinarum-pullorum*, las cuales afectan a ovejas y aves, respectivamente. Un segundo grupo incluye microorganismos como los serotipos *S. dublín* y *S. choleraesuis* que causan enfermedad en una especie animal, pero pueden ser oportunistas en otras. El tercer grupo está constituido por los serotipos como *Salmonella typhimurium* y *S. enteritidis* que pueden producir enfermedad en una amplia variedad de hospedadores incluido el hombre. Muchos de estos serotipos generan un estado de portador asintomático en animales; sin embargo, producen gastroenteritis en seres humanos. La salmonelosis producida por *S. enteritidis* es una de las causas más importantes de gastroenteritis por toxiinfección alimentaria en humanos por lo que es prioritario su control, sobre todo en alimentos de origen animal (Suarez & Mantilla, 2000).

Desde el punto de vista sanitario, también se pueden clasificar la salmonelosis en dos importantes grupos: las salmonelas inmóviles y las móviles. Las salmonelas móviles, llamadas también paratifoideas, son capaces de ocasionar toxoinfecciones en animales de sangre fría o caliente, incluyendo al hombre. Las inmóviles están representadas por las dos únicas serovariedades de salmonelas, cuyo huésped específico son las aves: *S. pullorum* y *S.gallinarum*, responsables de la pulorosis y la tifoidea o tifosis aviar respectivamente, siendo estas enfermedades de declaración obligatoria ante los organismos que velan por la Salud Animal y Pública (Pérez, Rivera, Vera, Rincón, & Román, 2004).

Los productos de origen avícola frecuentemente están involucrados en brotes de toxiinfección alimentaria en humanos, y son principalmente producidos por *Salmonella spp.*, aunque este microorganismo puede estar presente también en otro tipo de productos como los lácteos, carne de res, pescado, salchichas, salsas, tortas, helados de crema y chocolates. La salmonelosis producida por Salmonellas no tíficas se manifiesta en humanos como una gastroenteritis o enterocolitis aguda de comienzo repentino, cuyos síntomas aparecen de 6 a 24 horas después de su ingestión y no van más allá de una semana después del consumo de agua o comida contaminadas (Suarez & Mantilla, 2000). La Organización Mundial de la Salud considera la diarrea por infección de origen alimentario como la enfermedad más común y de diseminación más amplia en el mundo (Uribe & Suárez, 2006). En este sentido la globalización, la apertura económica y el crecimiento de la industria avícola han incrementado el consumo y distribución de productos como pollo, huevos y sus subproductos, y por ende la posible transmisión de *Salmonella spp.* Considerando la importancia de este microorganismo en la Salud Pública, se deben promover la realización de estudios epidemiológicos que contribuyan al conocimiento para un plan de control y prevención más efectivo de esta zoonosis (Suarez & Mantilla, 2000).

## **CAPÍTULO 3: ASPECTOS METODOLÓGICOS**

### **3. Aspectos metodológicos**

#### **3.1 Tipo de investigación**

El tipo de investigación que se realizó fue observacional, no probabilístico.

#### **3.2 Diseño de la investigación**

El diseño que se utilizó en esta investigación fue descriptivo transversal ya que no se manipuló de manera voluntaria las variables. Este estudio permitió conocer el comportamiento de la *Salmonella* presente en muestras de aves destinadas para consumo humano.

#### **3.3 Descripción del área de estudio**

Este trabajo se llevó a cabo en la Dirección Nacional de Sanidad Animal en el Laboratorio de Diagnóstico e Investigación Veterinaria «Dr. Gerardino Medina Hernández», localizado en Río Tapia, Corregimiento de Tocumen, Distrito de Panamá. Las coordenadas del lugar donde se realizó el estudio son: 9.057782451582778, -79.4053644482697.

#### **3.4 Población y Muestra**

##### **3.4.1 Población**

La población de estudio fueron aves de corral muestreadas durante los programas de vigilancia activa para la determinación de *Salmonella*, realizados durante el periodo de 2011 al 2018.

##### **3.4.2 Muestra**

Las muestras de aves de corral obtenidas en el periodo de ocho años fueron solicitadas para su procesamiento en el Laboratorio de bacteriología clínica. Las muestras fueron proporcionadas por la Dirección Nacional de Salud Animal, dentro de su programa de sanidad avícola, donde se realizó un diseño de

muestreo epidemiológico que determinó los corregimientos y número de muestras, calculada mediante el programa Winepiscop basado en la siguiente fórmula:  $1/n = 1/n_a + 1/N$  de Cannon & Roe, 1982 (PRONSA, 2014).

Donde:

n: Tamaño de la muestra.

$n_a$ : Tamaño de muestra corregido.

N: Tamaño del universo (población)

Con esta fórmula se obtuvo la estimación de la proporción de las muestras anuales del programa de sanidad avícola.

En total se obtuvieron 4413 muestras (Hisopados cloacales, camas de aves, heces, órganos entre otros), las cuales se trabajaron en pool, conformado por 5 muestras cada uno. Adicionalmente se obtuvieron los datos de cada una de las muestras, los cuales conformaron una base de datos.

### **3.4.3 Criterios generales de la población**

#### **- Criterios de Inclusión de resultados registrados**

En la sección de bacteriología clínica del Laboratorio de Diagnóstico e Investigación Veterinaria (LADIV) de la Dirección Nacional de Sanidad Animal, se procedió a la captura de registros dentro del periodo indicado. Se consideraron tanto los resultados obtenidos de muestreos en traspatio como en granjas comerciales.

#### **- Criterios de exclusión de resultados registrados**

Las muestras que no fueron registradas dentro del periodo establecido en el estudio fueron eliminadas de la base de datos, al igual que aquellos registros que contenían datos que imposibilitaba su análisis, como por ejemplo ausencia del resultado de la pruebas microbiológicas o información descriptiva como la región o año.

### 3.4.4 Tipo de muestreo

**Tipo de muestreo:** no probabilístico

Para el muestreo se recurrió a la revisión de todos los registros clínicos (Casos) de las aves muestreadas. En el grupo comparativo (explotaciones), la técnica de selección fue el muestreo por cuotas o estratos. Es decir, se seleccionaron cada registro de caso de las aves de corral y se dividió la población en grupos o estratos según su tipo de explotación, cumpliendo con los criterios de selección.

### 3.4.5 Variables

**Tabla 1: Operacionalización de las Variables**

<b>Variables</b>	<b>Concepto</b>	<b>Dimensión</b>	<b>indicador</b>
Independientes	El mes es cada uno de los doce períodos de tiempo, de entre 28 y 31 días, en que se divide el año. Y el año es el tiempo que tarda el planeta en dar una vuelta alrededor del sol.	Periodo de tiempo	- Mes - Años
	Clasificación del origen y finalidad de las aves muestreadas.	Explotación	- Traspatio - Tecnificada - Exóticos
	Es en lo particular el aprovechamiento de un animal para obtener un beneficio en específico; es decir, la explotación de una especie animal para	Propósito	- Ponedoras - Engorde - Reproductores

	obtener un producto.		
	División administrativa territorial en que se organizan algunos estados	Demográficos	- Corregimiento - Distrito Provincia
Dependiente	Efecto o cosa que resulta de cierta acción, operación, proceso o suceso.		Presencia o Ausencia de <i>Salmonella</i> (resultados de prueba API E 20).

### 3.5 Recolección de datos

#### 3.5.1 Técnicas y procedimientos de recolección

Hurtado (2000), indica que las técnicas de recolección de datos, son los procedimientos y actividades que le permiten al investigador obtener la información necesaria para dar cumplimiento a su objetivo de investigación.

La técnica de recolección para este estudio fue del tipo observacional; esto debido a que el investigador no manipuló deliberadamente las variables de estudios. Estas fueron observadas, descritas y analizadas.

También se aplicó la técnica estudio de la documentación, ya que se emplearon fuentes secundarias de información (revisión de casos clínicos/ registros).

#### 3.5.2 Procedimientos y actividades para la obtención de información

- 1- Se solicitó permisos de la Dirección Nacional de Sanidad Animal (MIDA) para la obtención de los datos.
- 2- Se gestionó la aprobación del anteproyecto de tesis por parte del comité académico de la Facultad de Medicina Veterinaria.

- 3- Se estableció la coordinación con la Unidad de Microbiología Clínica de LADIV para el acceso a los datos.
- 4- Se procedió a la recolección de datos mediante la ficha de recolección digital y física, las cuales contenían todos los datos de muestreos realizados en diferentes regiones del país, seleccionando aquellos que cumplieran con los criterios de inclusión. La información contenida en los registros digitales del SISLADIV, (Sistema de información sanitaria del laboratorio) cada caso o registro. Actualmente el laboratorio no cuenta con una base de datos estructurada, por lo que la recopilación y categorización fue realizada únicamente por el investigador principal.
- 5- La información obtenida con el número de registro de las muestras, las cuales reposaban en los archivos del laboratorio de bacteriología clínica, fueron empleados para la creación y agrupación de los datos según las variables escogidas para este estudio.
- 6- Se recolectaron los datos registrados en el periodo establecido, que fue de ocho años (2011-2018), se tabuló en un banco de datos (utilizando el programa Microsoft Excel 2019), la cual sirvió posteriormente para el análisis estadístico.
- 7- La información obtenida fue de carácter confidencial, y no se utilizaron nombres propios, los cuales estaban contenidos en los registros recabados. La información organizada en la base de datos fue identificada mediante un patrón de numeración continua.

### **3.6 Procesamiento de datos**

#### **3.6.1 Instrumentos de medición y análisis**

Instrumento de recolección de datos es cualquier recurso que usa el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos la información para su investigación. Es el recurso que se utiliza para registrar información o datos sobre las variables. El instrumento sintetiza toda la labor previa de investigación,

resumen de los aportes del marco teórico al seleccionar datos que correspondan a los indicadores, y; por tanto, a la variable o conceptos utilizados (Hernández, 2003).

El instrumento de recolección para este trabajo de investigación fue el formulario o ficha de recolección de datos confeccionada para tal fin, que incluyo datos como el: N.º caso, datos generales de la toma de muestra, tipo de muestra y resultados de pruebas de laboratorio. Esta fue elaborada teniendo en cuenta la relación de los objetivos del estudio, la revisión bibliográfica y la operacionalización de las variables.

### **3.7 Métodos y técnicas de análisis estadísticos**

#### **- Análisis descriptivo**

Para el análisis descriptivo de las variables cuantitativas se expresaron en medidas de dispersión; mientras que, para las variables cualitativas se estimaron frecuencias absolutas (n) y relativas (%).

#### **- Análisis inferencial**

En el análisis inferencial de las variables respecto a la dependencia de los casos de *Salmonella*, se usó el modelo estadístico de Asociación: Regresión Logística Binaria empleando las siguientes pruebas de significancia estadística:

- Modelo de regresión logística binaria: son aquellas técnicas de dependencia que tienen el objetivo de explicar o predecir un fenómeno definido por una variable que actúa como dependiente, en función de una serie de factores que se relacionan con él y que actúan como variables independientes (Pérez S. , 2003).
- Prueba estadística Chi-cuadrado de Pearson: es una prueba de asociación que se usó para determinar si las variables estaban o no asociadas (dependencia), considerándose como significativo aquellas asociaciones con un p-valor <0.05.

- Test de Wald: es un contraste de hipótesis donde trata de ver la coherencia de afirmar un valor concreto de un parámetro de un modelo probabilístico una vez definido el modelo previamente seleccionado y ajustado.
- Odds Ratio – razón de riesgo: es una medida de asociación, que se utilizó para examinar el efecto de exposición determinada de una variable con respecto a otras variables. (Pérez S. , 2003).
- La prueba de Hosmer-Lemeshow es otro método para estudiar la bondad de ajuste del modelo de regresión logística que consistió en comparar los valores previstos (esperados) por el modelo con los valores realmente observados.

La información se analizó en el programa estadístico Xlstat y RStudio. Se registraron los datos y se presentaron los gráficos estadísticos en Microsoft Excel 2019 al igual que para la redacción del informe final se utilizó el Microsoft Word 2019.

### **3.8 Aspectos éticos**

La información obtenida para el presente estudio fue de carácter confidencial, y no se utilizaron los nombres propios que contenían los registros recabados. El estudio se realizó en las instalaciones del Laboratorio Dr. Gerardino Medina, en la sección de Bacteriología con previa autorización de las autoridades correspondientes.

## **CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## Resultados

Análisis retrospectivo del comportamiento de *Salmonella* en muestras de origen avícola en un periodo de 8 años y la importancia de su vigilancia para la salud pública.

### Resultados estadísticos

En el estudio retrospectivo del comportamiento de *Salmonella* en muestras de origen avícola, se presentan cuadros, gráficos y el análisis de regresión logística teniendo como variable respuesta la presencia de *Salmonella* (positivos) y ausencia de *Salmonella* (negativos) con las variables independientes año, mes, distrito, corregimiento y provincia. Algunas muestras provenientes de LADIV-LOS SANTOS que se encontraban en la base de datos como TSA - GN y XLT4 - SBG fueron platos Petri que ingresaron a LADIV-PANAMA para su confirmación por *Salmonella*.

A continuación, se presenta la estadística descriptiva de las variables incluidas en el estudio.

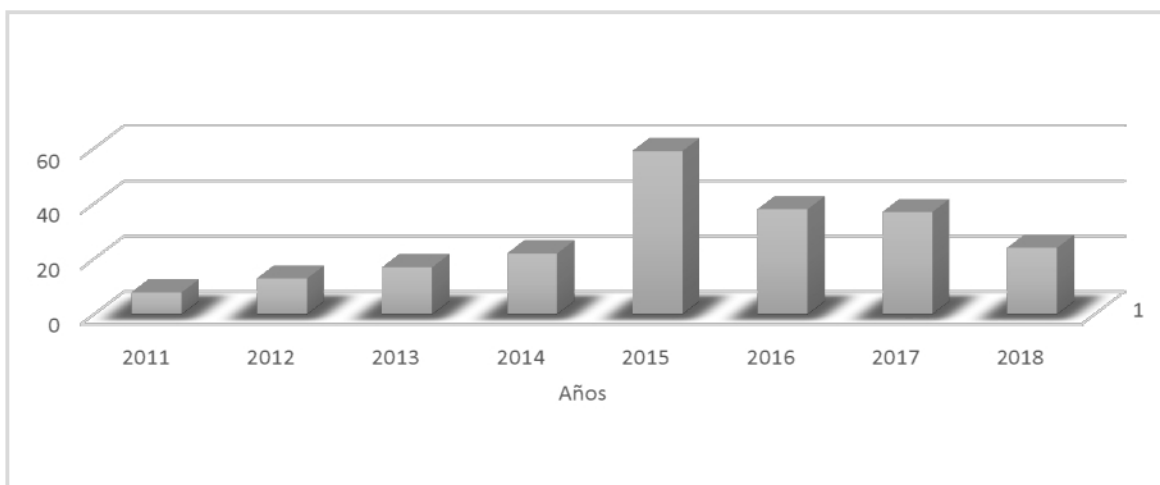
**Tabla 2. Presencia de *Salmonella* en muestras avícolas. Años 2011-2018**

Años	Negativas	Positivas	Muestras anuales	% Negativas	%Positivos	%Total
2011	359	8	367	8.137	0.181	8.318
2012	450	13	463	10.199	0.295	10.494
2013	554	17	571	12.557	0.385	12.942
2014	447	22	469	10.131	0.499	10.630
2015	648	59	707	14.687	1.337	16.024
2016	601	39	640	13.622	0.861	14.483
2017	475	37	512	10.766	0.839	11.605
2018	660	24	684	14.959	0.544	15.503
<b>Total</b>	<b>4194</b>	<b>219</b>	<b>4413</b>	<b>95.059</b>	<b>4.941</b>	<b>100.000</b>

Fuente: Datos de la investigadora

Como se observa en la tabla 2, se determinó la presencia de *Salmonella* en 219 muestras identificadas, viendo que en su mayoría se presentaron en el año 2015, lo que representó 59 casos, como se muestra en el gráfico 1.

**Gráfica 1. Presencia de *Salmonella spp* en los años de estudio. Año 2011-2018.**



Fuente: Datos de la investigadora

**Tabla 3. Presencia de *Salmonella* durante los meses de estudio. Años 2011-2018**

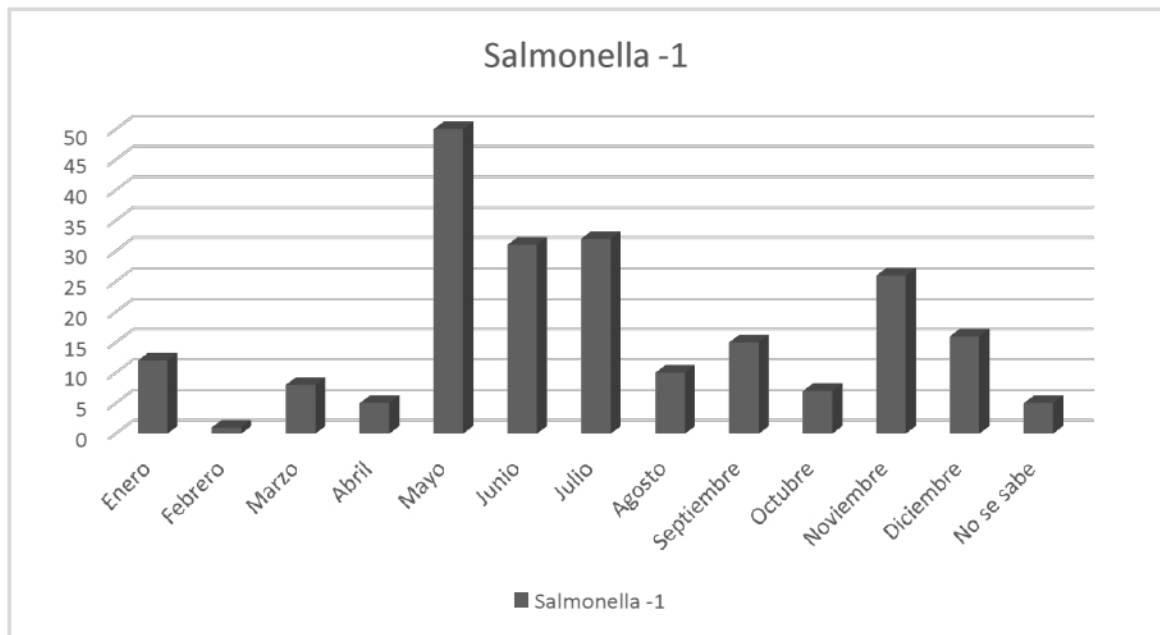
Mes	Negativas	Positivas	Muestras totales	% Negativas	%Positivos	%Total
Enero	190	12	202	4.306	0.272	4.578
Febrero	176	1	177	3.989	0.023	4.012
Marzo	322	8	330	7.298	0.181	7.480
Abril	364	5	369	8.250	0.113	8.364
Mayo	406	51	457	9.202	1.133	10.335
Junio	376	31	407	8.522	0.703	9.225
Julio	506	32	538	11.469	0.725	12.194
Agosto	303	10	313	6.868	0.227	7.094
Septiembre	352	15	367	7.978	0.340	8.318
Octubre	495	7	502	11.219	0.159	11.378
Noviembre	373	26	399	8.454	0.589	9.044
Diciembre	319	16	335	7.230	0.363	7.593
No se sabe	12	5	17	0.272	0.113	0.385

Fuente: Datos de la investigadora

En la tabla 3, se presentan los resultados de la distribución de los casos en los meses de los años 2011-18. De todos los casos positivos (n=219), el mes que

presentó mayor porcentaje durante el periodo de estudio fue mayo, con 1.133%, mientras que el mes de febrero tuvo el menor número de casos (n=51, 0.0232%), datos que se encuentran igualmente representados en la gráfica 2.

**Gráfica 2. Presencia de *Salmonella spp* en los meses de estudio. Años 2011-2018**



Fuente: Datos de la investigadora

### **Análisis inferencial**

Para determinar si existió una relación lineal log binario de los datos con la presencia de *Salmonella* en el tiempo (años y meses) se presentó el análisis de regresión logística binaria.

**Parámetros del modelo (Variable Resultado):**

**Tabla 4. Modelo de regresión logística de la presencia de *Salmonella spp.*, según años y meses. Año 2011-2018.**

Fuente	Valor	Error estándar	Chi-cuadrado de Wald	Pr > Chi <sup>2</sup>	Wald Límite inf. (95%)	Wald Límite sup. (95%)	Odds ratio	Odds ratio Límite inf. (95%)	Odds ratio Límite sup. (95%)
Intercepción	-1.720	0.658	6.835	0.009	-3.009	-0.430			
año-2011	0.000	0.000							
año-2012	0.446	0.460	0.940	0.332	-0.456	1.348	1.562	0.634	3.849
año-2013	0.192	0.440	0.190	0.663	-0.670	1.054	1.211	0.512	2.868
año-2014	0.812	0.424	3.659	0.056	-0.020	1.643	2.252	0.980	5.173
año-2015	1.562	0.386	16.337	< 0.0001	0.804	2.319	4.766	2.235	10.162
año-2016	1.065	0.401	7.062	0.008	0.279	1.850	2.900	1.322	6.360
año-2017	1.424	0.401	12.618	0.000	0.638	2.210	4.155	1.894	9.118
año-2018	0.438	0.417	1.103	0.294	-0.380	1.256	1.550	0.684	3.513
mes-No se sabe	0.000	0.000							
mes-abril	-3.580	0.708	25.527	< 0.0001	-4.968	-2.191	0.028	0.007	0.112
mes-agosto	-2.623	0.634	17.131	< 0.0001	-3.864	-1.381	0.073	0.021	0.251
mes-diciembre	-2.313	0.603	14.685	0.000	-3.495	-1.130	0.099	0.030	0.323
mes-enero	-1.927	0.626	9.491	0.002	-3.153	-0.701	0.146	0.043	0.496
mes-febrero	-4.377	1.143	14.661	0.000	-6.617	-2.136	0.013	0.001	0.118
mes-julio	-1.748	0.577	9.169	0.002	-2.879	-0.616	0.174	0.056	0.540
mes-junio	-1.730	0.578	8.953	0.003	-2.863	-0.597	0.177	0.057	0.551
mes-marzo	-3.093	0.656	22.239	< 0.0001	-4.378	-1.807	0.045	0.013	0.164
mes-mayo	-1.228	0.567	4.691	0.030	-2.339	-0.117	0.293	0.096	0.890
mes-noviembre	-1.820	0.584	9.710	0.002	-2.965	-0.675	0.162	0.052	0.509
mes-octubre	-3.433	0.668	26.380	< 0.0001	-4.744	-2.123	0.032	0.009	0.120
mes-septiembre	-2.391	0.607	15.490	< 0.0001	-3.581	-1.200	0.092	0.028	0.301

Fuente: Datos de la investigadora

La tabla 4 muestra que los años 2015 -16 y 17 fueron significativos para la presencia de *Salmonella*. Igualmente, el modelo estadístico mediante los Odds ratio manifestó que existe dos veces más riesgo para el año 2016, mientras que para los años 2015 y 2017 existió cuatro veces más riesgo. Por otro lado, todos los meses resultaron estadísticamente significativos ( $p < 0.05$ ) en el modelo de predicción ( $Pr > Chi^2$ ), lo que demostró ser un factor de protección más que un factor de riesgo.

**Tabla 5. Presencia de *Salmonella spp*, según los corregimientos de estudio. 2011-18**

Corregimiento	Negativas	Positivas	% Negativo	%Positivos	%Total
<b>Chepo</b>	189	15	4.284	0.34	4.624
<b>Pacora</b>	33	15	0.748	0.34	1.088
<b>Toabré</b>	21	15	0.476	0.34	0.816
<b>Canto Del Llano</b>	13	11	0.295	0.249	0.544
<b>El Valle</b>	58	11	1.315	0.25	1.564
<b>No Se Sabe</b>	166	11	3.762	0.227	3.989
<b>24 de diciembre</b>	63	9	1.428	0.204	1.632
<b>Chilibre</b>	96	9	2.176	0.204	2.38
<b>Puerto Obaldía</b>	56	9	1.269	0.204	1.473
<b>Nuevo Emperador</b>	18	8	0.408	0.181	0.589
<b>Unión Tableña</b>	38	8	0.861	0.181	1.043
<b>El Espinal</b>	1	7	0.023	0.159	0.181
<b>La Peña</b>	8	7	0.181	0.159	0.34
<b>Hurtado</b>	13	5	0.295	0.113	0.408
<b>Pajonal</b>	4	5	0.091	0.113	0.204
<b>San Juan</b>	1	5	0.023	0.113	0.136
<b>Santa Fé</b>	11	5	0.249	0.113	0.363
<b>Tocumen</b>	1477	4	33.477	0.091	33.568
<b>Bisvalles</b>	2	3	0.045	0.068	0.113
<b>Carlos Santana Ávila</b>	1	3	0.023	0.068	0.091
<b>Guayabito</b>	57	3	1.292	0.068	1.36
<b>Llano Apóstol</b>	0	3	0	0.068	0.068
<b>Potrerosillos</b>	24	3	0.544	0.068	0.612
<b>Río Grande</b>	0	3	0	0.068	0.068
<b>Santiago</b>	12	3	0.272	0.068	0.34
<b>Aligandi</b>	37	2	0.838	0.045	0.884
<b>Capira</b>	10	2	0.227	0.045	0.272
<b>Chichica</b>	7	2	0.159	0.045	0.204
<b>El Arado</b>	16	2	0.363	0.045	0.408
<b>El Higo</b>	6	2	0.136	0.045	0.181
<b>Juan Arosemena</b>	10	2	0.227	0.045	0.272
<b>Las Uvas</b>	30	2	0.68	0.045	0.725
<b>Mariabé</b>	0	2	0	0.045	0.045
<b>Tonosí</b>	0	2	0	0.045	0.045
<b>Unión Santeña</b>	16	2	0.363	0.045	0.408
<b>Agua Fría</b>	14	1	0.317	0.023	0.34
<b>Antón</b>	0	1	0	0.023	0.023

<b>Barrio Colón</b>	0	1	0	0.023	0.023
<b>Barrio Norte</b>	1	1	0.023	0.023	0.045
<b>Campana</b>	4	1	0.091	0.023	0.113
<b>Cermeño</b>	82	1	1.859	0.023	1.881
<b>Herrera</b>	12	1	0.272	0.023	0.295
<b>La Colorada</b>	1	1	0.023	0.023	0.045
<b>La Palma</b>	3	1	0.068	0.023	0.091
<b>Mendoza</b>	9	1	0.204	0.023	0.227
<b>Pedregal</b>	18	1	0.408	0.023	0.431
<b>Playón Chico</b>	24	1	0.544	0.023	0.567
<b>Pocrí</b>	2	1	0.045	0.023	0.068
<b>Portobelo</b>	26	1	0.589	0.023	0.612
<b>Remance</b>	0	1	0	0.023	0.023
<b>Santa Isabel</b>	11	1	0.249	0.023	0.272
<b>Santo Domingo</b>	0	1	0	0.023	0.023
<b>Tubuala</b>	9	1	0.204	0.023	0.227
<b>Villa Lourdes</b>	0	1	0	0.023	0.023
<b>Otros</b>	1484	0	33.652	0	33.652
<b>Total</b>	4194	219	95.078	4.944	100.019

Fuente: Datos de la investigadora

En la tabla 5, se pueden observar que los corregimientos con mayor presencia de *Salmonella* fueron Chepo (0.34%), Pacora (0.34%) y Toabré (0.34%).

**Gráfica 3. Frecuencia de *Salmonella spp* en los corregimientos identificados en el estudio. 2011-18.**



Fuente: Datos de investigadora

La grafica 3 muestra la frecuencia de *Salmonella* en los corregimientos siendo, Chepo, Pacora y Toabré donde se ha demostrado la mayor presencia del agente.

**Tabla 6. Presencia de *Salmonella spp*, según distrito. Año 2011-18**

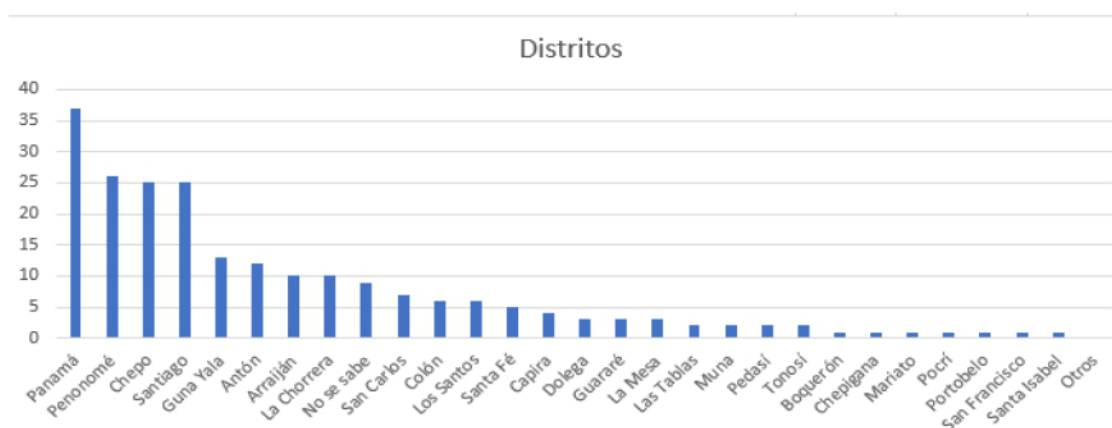
Distrito	Negativas	Positivas	% Negativas	%Positivos	%Total
<b>Panamá</b>	<b>1832</b>	<b>37</b>	<b>41.523</b>	<b>0.839</b>	<b>42.362</b>
<b>Penonomé</b>	<b>26</b>	<b>26</b>	<b>0.589</b>	<b>0.589</b>	<b>1.179</b>
<b>Chepo</b>	419	25	9.497	0.567	10.063
<b>Santiago</b>	<b>36</b>	<b>25</b>	<b>0.816</b>	<b>0.567</b>	<b>1.383</b>
<b>Guna Yala</b>	184	13	4.17	0.295	4.465
<b>Antón</b>	73	12	1.655	0.272	1.927
<b>Arraiján</b>	30	10	0.68	0.227	0.907
<b>La Chorrera</b>	130	10	2.947	0.227	3.173
<b>No se sabe</b>	19	9	0.431	0.181	0.612
<b>San Carlos</b>	121	7	2.743	0.159	2.901
<b>Colón</b>	52	6	1.179	0.136	1.315
<b>Los Santos</b>	0	6	0	0.136	0.136
<b>Santa Fé</b>	0	5	0	0.113	0.113
<b>Capira</b>	223	4	5.054	0.091	5.145

<b>Dolega</b>	30	3	0.68	0.068	0.748
<b>Guararé</b>	1	3	0.023	0.068	0.091
<b>La Mesa</b>	11	3	0.249	0.068	0.317
<b>Las Tablas</b>	2	2	0.045	0.045	0.091
<b>Muna</b>	7	2	0.159	0.045	0.204
<b>Pedasí</b>	0	2	0	0.045	0.045
<b>Tonosí</b>	0	2	0	0.045	0.045
<b>Boquerón</b>	29	1	0.657	0.023	0.68
<b>Chepigana</b>	153	1	3.468	0.023	3.49
<b>Mariato</b>	8	1	0.181	0.023	0.204
<b>Pocrí</b>	2	1	0.045	0.023	0.068
<b>Portobelo</b>	81	1	1.836	0.023	1.859
<b>San Francisco</b>	3	1	0.068	0.023	0.091
<b>Santa Isabel</b>	48	1	1.088	0.023	1.111
<b>Otros</b>	674	0	15.28	0	15.28
<b>Total</b>	4194	219	95.063	4.944	100

Fuente: Datos de la investigadora

En la tabla 6 se aprecia que el distrito con mayor presencia de casos de *Salmonella* fue Panamá (0.8%), evidenciándose también que los distritos de San Francisco (0.023%) y Santa Isabel (0.023%) fueron los que presentaron menor presencia.

**Gráfica 4. Frecuencia de *Salmonella spp*, según distrito de estudio. Año 2011-18.**



Fuente: Datos de la investigadora

La gráfica 4 permite igualmente evidenciar la distribución de los distritos, de acuerdo con la frecuencia de *Salmonella*, organizándose de mayor a menor, en los años de estudio, año 2011-18, donde se aprecia igualmente su distribución en otros distritos. en la misma se aprecia los distritos de Panamá, Penonomé, Chepo y Santiago como los de mayor frecuencia.

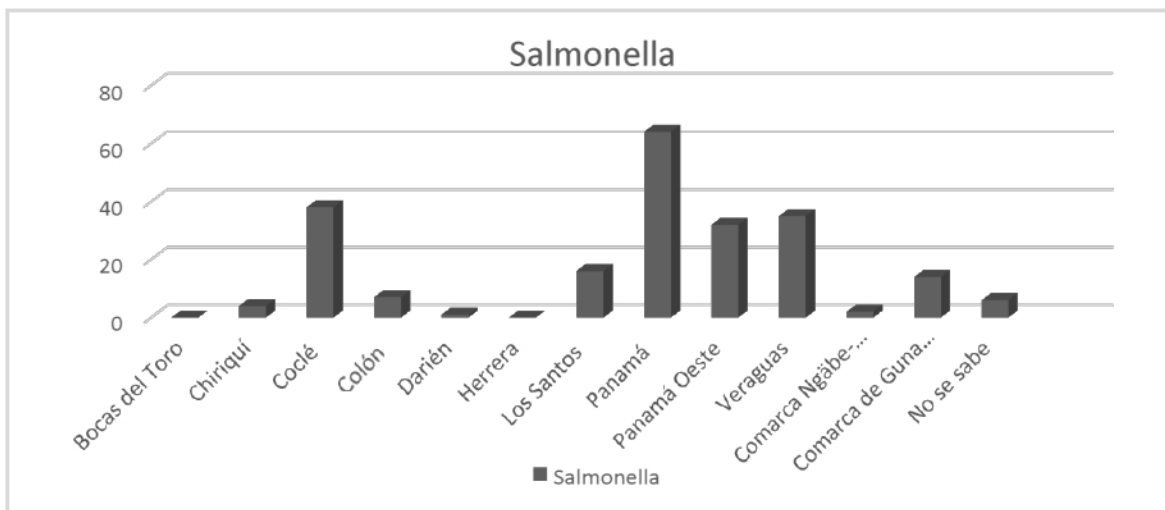
**Tabla 7. Presencia de *Salmonella spp*, según Provincia. Año 2011-18**

Provincia	Negativas	Positivas	% Negativas	%Positivos	%Total
Panamá	2306	64	52.267	1.428	53.694
Coclé	101	38	2.289	0.861	3.15
Veraguas	78	35	1.768	0.793	2.561
Panamá Oeste	567	32	12.851	0.725	13.577
Los Santos	8	16	0.181	0.363	0.544
Comarca de Guna Yala	191	14	4.329	0.317	4.646
Colón	237	7	5.372	0.159	5.53
No se sabe	8	6	0.181	0.136	0.317
Chiriquí	258	4	5.848	0.091	5.938
Comarca Ngäbe-Buglé	28	2	0.635	0.045	0.68
Darién	209	1	4.737	0.023	4.76
Bocas del Toro	198	0	4.488	0	4.488
Herrera	5	0	0.113	0	0.113
<b>Total</b>	<b>4194</b>	<b>219</b>	<b>95.059</b>	<b>4.941</b>	<b>100</b>

Fuente: Datos de la investigadora

En la tabla 7 se muestran aquellas provincias con mayor presencia de *Salmonella*; siendo Panamá (n=64, 1.4%), Coclé (n=38, 0.86%) y Veraguas (n=35, 0.79%), los principales. Esta información está representada igualmente en la Gráfica 5.

**Gráfica 5. Presencia de *Salmonella spp*, según provincia. Año 2011-18**



Fuente: Datos de Investigadora

**Tabla 8. Parámetros del modelo (Variable *Salmonella*), según provincia. Año 2011-18**

Fuente	Valor	Error estándar	Chi-cuadrado de Wald	Pr > Chi²	Wald Límite inf. (95%)	Wald Límite sup. (95%)	Odds ratio	Odds ratio Límite inf. (95%)	Odds ratio Límite sup. (95%)
Intercepción	-2.434	0.671	13.173	0.000	-3.748	-1.119			
Comarca Ngäbe-Buglé	0.000	0.000							
Comarca de Guna Yala	-0.147	0.724	0.041	0.839	-1.566	1.272	0.863	0.209	3.567
No se sabe	2.165	0.861	6.332	0.012	0.479	3.852	8.718	1.614	47.083
Bocas del Toro	-3.550	1.570	5.114	0.024	-6.627	-0.473	0.029	0.001	0.623
Chiriquí	-1.617	0.823	3.866	0.049	-3.229	-0.005	0.198	0.040	0.995
Coclé	1.464	0.697	4.414	0.036	0.098	2.830	4.324	1.103	16.947
Colón	-1.022	0.767	1.776	0.183	-2.524	0.481	0.360	0.080	1.618
Darién	-2.506	1.060	5.585	0.018	-4.584	-0.428	0.082	0.010	0.652
Herrera	0.036	1.752	0.000	0.984	-3.397	3.469	1.036	0.033	32.092
Los Santos	3.097	0.797	15.097	0.000	1.535	4.659	22.129	4.640	105.538
Panamá	-1.159	0.682	2.883	0.090	-2.496	0.179	0.314	0.082	1.196
Panamá Oeste	-0.426	0.694	0.377	0.539	-1.787	0.935	0.653	0.167	2.546
Veraguas	1.640	0.701	5.480	0.019	0.267	3.013	5.155	1.306	20.353

Fuente: Datos de la investigadora

El modelo de regresión logístico con la prueba de  $Pr > \chi^2$  manifestó que la presencia de *Salmonella*, según las provincias en estudio demuestra que Bocas del Toro, Chiriquí, Coclé, Darién, Los Santos y Veraguas fueron significativas, lo que significa que existe una relación de dependencia entre estas dos variables.

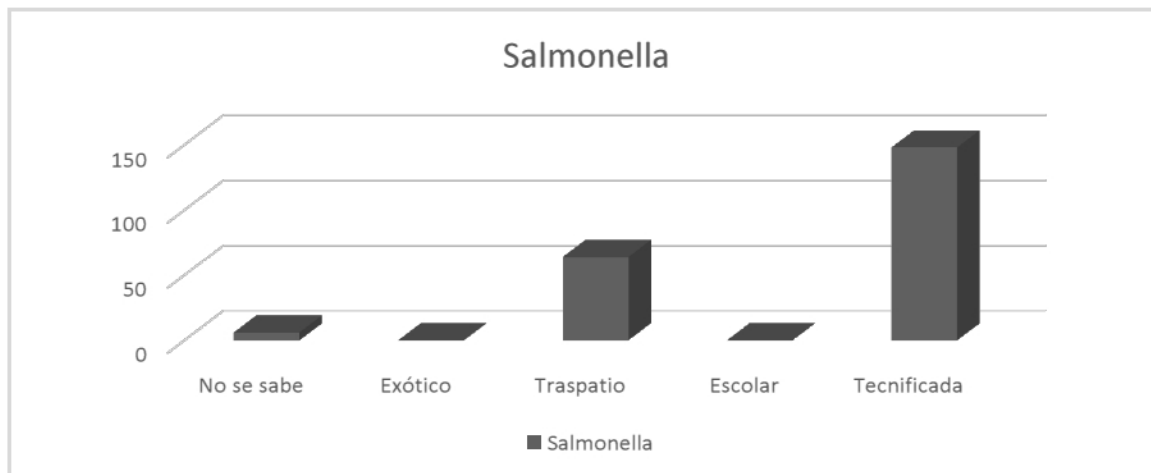
**Tabla 9. Presencia de *Salmonella spp*, según sistema de explotación. Año 2011-18**

Sistema de producción	Negativas	Positivas	% Negativas	%Positivos	%Total
<b>No se sabe</b>	1	6	0.023	0.136	0.159
<b>Exótico</b>	393	0	4.458	0	4.458
Traspatio	<b>1444</b>	<b>64</b>	<b>34.120</b>	<b>1.525</b>	<b>35.64</b>
<b>Escolar</b>	31	0	0.572	0	0.572
Tecnificada	<b>2325</b>	<b>149</b>	<b>55.460</b>	<b>3.552</b>	<b>59.01</b>
<b>Total</b>	4194	219	95.059	4.941	100

Fuente: Datos de la investigadora

En la tabla 9, se aprecia que los sistemas de producción con mayor presencia de *Salmonella* fueron los tecnificados con 149 casos, lo que representó un 3.5%, seguido por el del traspatio con 64 casos (1.5%). En este sentido el Gráfico 6 nos permite observar más claramente la relación entre la presencia de *Salmonella* en los distintos tipos de explotaciones, incluidos en el análisis.

**Gráfica 6. Presencia de *Salmonella* spp, según sistema de explotación. Año 2011-18.**



Fuente: Datos de investigadora

**Tabla 10. Parámetros del modelo (Variable *Salmonella*), según los distintos criterios de producción Año 2011-18**

Fuente	Valor	Error estándar	Chi-cuadrado de Wald	Pr > Chi <sup>2</sup>	Wald Límite inf. (95%)	Wald Límite sup. (95%)
Intercepción	15.611	927.355	0.000	0.987	-1801.973	1833.194
No se sabe	0.000	0.000				
Engorde	-17.701	927.357	0.000	0.985	-1835.286	1799.885
Escolar	-19.310	927.356	0.000	0.983	-1836.895	1798.275
Exótico	-19.595	927.356	0.000	0.983	-1837.179	1797.988
Incubadora	-18.820	927.357	0.000	0.984	-1836.406	1798.766
Reproductor	-10.026	927.500	0.000	0.991	-1827.893	1807.841
Tecnificada	-18.332	927.355	0.000	0.984	-1835.915	1799.251
Traspatio	-18.710	927.355	0.000	0.984	-1836.293	1798.874

Fuente: Datos de la investigadora

En la tabla 10, se aprecia que, con el modelo de regresión logística, los distintos criterios de clasificación de la producción no parecen influir en los resultados de presencia en *Salmonella* de las muestras analizadas.

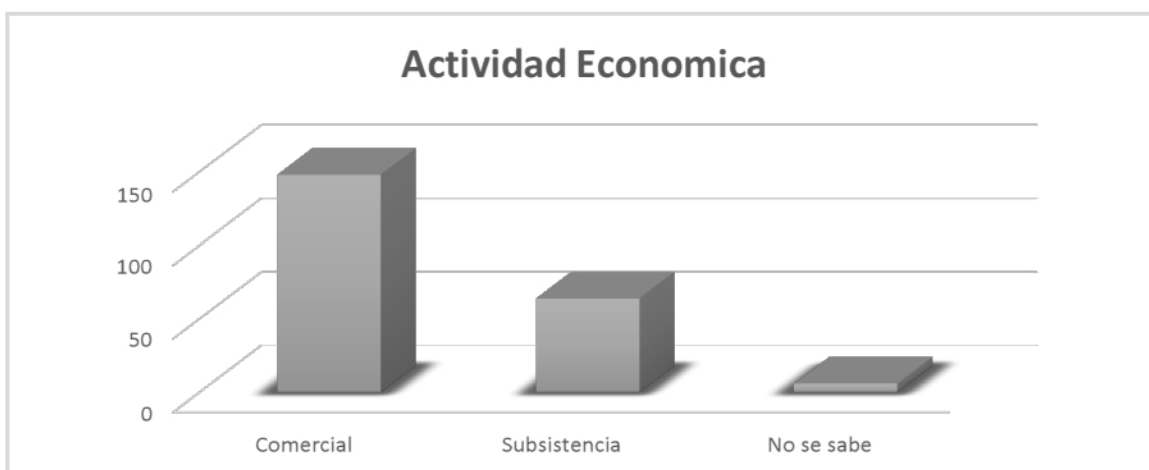
**Tabla 11. Presencia de *Salmonella spp*, según la actividad económica a la que pertenece. Año 2011-18**

Actividad económica	Negativas	Positivas	% Negativas	%Positivos	%Total
Comercial	2731	149	61.899	3.354	65.254
Subsistencia	1460	64	33.092	1.451	34.542
No se sabe	3	6	0.068	0.136	0.204
<b>Total</b>	<b>4191</b>	<b>219</b>	<b>95.059</b>	<b>4.941</b>	<b>100.000</b>
<b>Prevalencia</b>					<b>5,22%</b>

Fuente: Datos de la investigadora

La tabla 11 se puede observar que, en ambas actividades productivas, tanto la de subsistencia como la comercial, se presentaron casos de *Salmonella*; siendo la actividad comercial la que ha demostrado la mayor presencia de casos (3.35%). Estos datos son confirmados y se observan claramente en la Gráfica 9, por lo que podría considerarse que existe igualmente el riesgo de contaminación por *Salmonella* en ambas actividades productivas. Igualmente, la tabla 12 nos demuestra niveles de significancia por debajo de 0.05 ( $p < 0.05$ ), lo que indica que ambas actividades son estadísticamente significativas y están relacionadas con la presencia de *Salmonella*. La prevalencia real encontrada fue de 5.22%.

**Gráfica 7. Presencia de *Salmonella spp*, según actividad económica. Año 2011-18**



Fuente: Datos de la Investigadora

**Tabla 12. Modelo de regresión logística de la presencia de *Salmonella spp*, según actividad económica. Año 2011-18**

Fuente	Valor	Error estándar	Chi-cuadrado de Wald	Pr > Chi²	Wald Límite inf. (95%)	Wald Límite sup. (95%)	Odds ratio	Odds ratio Límite inf. (95%)	Odds ratio Límite sup. (95%)
Intercepción	0.619	0.699	0.785	0.376	-0.751	1.989			
No se sabe	0.000	0.000							
Comercial	-3.530	0.704	25.147	< 0.0001	-4.910	-2.150	0.029	0.007	0.116
Subsistencia	-3.739	0.710	27.704	< 0.0001	-5.131	-2.347	0.024	0.006	0.096
Tecnificada	-2.229	2.022	1.215	0.270	-6.192	1.735	0.108	0.002	5.667

Fuente: Datos de investigadora

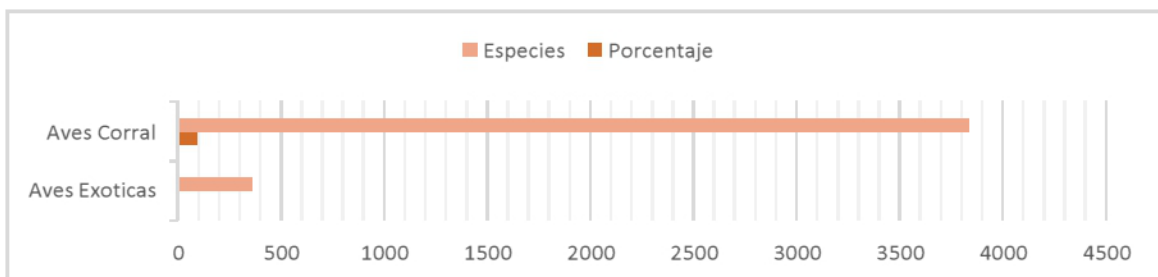
**Tabla 13. Presencia de *Salmonella spp*, según especie. Año 2011-18**

Especie	Negativas	Positivas	% Negativas	%Positivos	%Total
Aves Exóticas	358	1	8.141	0.023	8.163
Aves de Corral	3822	217	86.627	4.896	91.523
Ganso	7	0	0.159	0	0.159
Patos	7	1	0.159	0.023	0.181
Total	4194	219	95.086	4.942	100.026

Fuente: Datos de la investigadora

La tabla 13 permite observar la distribución de las especies de animales en el estudio, siendo las aves de corral la especie mayormente encontrada dentro del grupo de casos positivos. Esta información se logra evidenciar igualmente en la Gráfica 8.

**Gráfica 8. Presencia de *Salmonella spp*, según especie. Año 2011-18**



Fuente: Datos de Investigadora

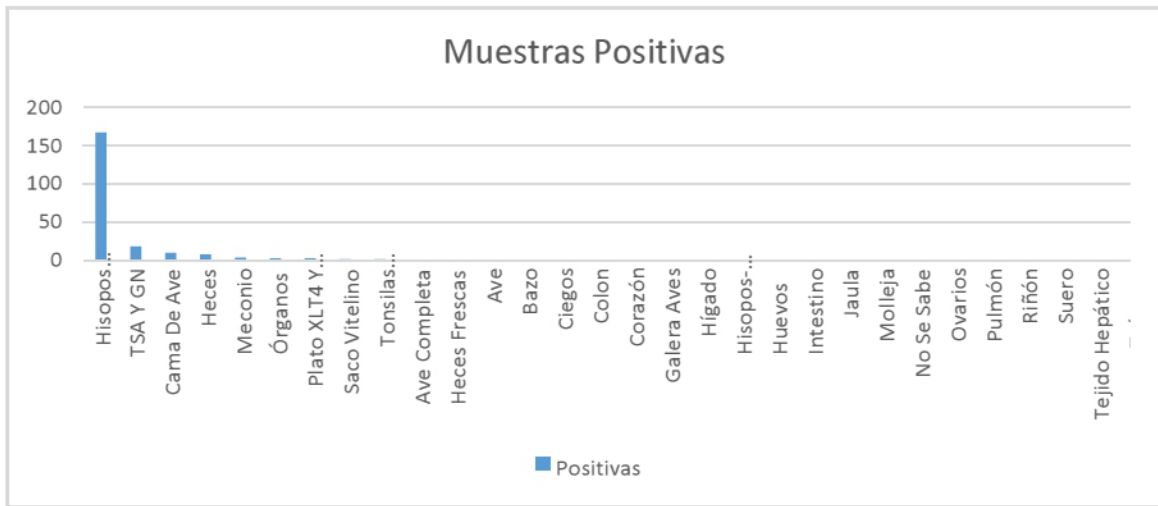
**Tabla 14. Presencia de *Salmonella spp.*, según muestra utilizada para análisis bacteriológico. Año 2011-18**

<b>Tipo de muestra</b>	<b>Negativas</b>	<b>Positivas</b>	<b>% Negativas</b>	<b>%Positivos</b>	<b>%Total</b>
Hisopos Cloacales	2793	167	63.305	3.717	67.022
TSA Y GN	7	18	0.159	0.408	0.566
Cama De Ave	44	10	0.997	0.227	1.224
Heces	375	8	8.5	0.181	8.681
Meconio	39	4	0.884	0.091	0.975
Órganos	46	3	1.043	0.068	1.111
Plato XLT4 Y SBG	0	3	0	0.069	0.069
Saco Vitelino	761	2	17.248	0.045	17.294
Tonsilas Cecales	35	2	0.793	0.045	0.839
Ave Completa	0	1	0	0.023	0.023
Heces Frescas	1	1	0.023	0.023	0.045
Ave	1	0	0.023	0	0.023
Bazo	2	0	0.046	0	0.046
Ciegos	5	0	0.113	0	0.113
Colon	1	0	0.023	0	0.023
Corazón	4	0	0.091	0	0.091
Galera Aves	2	0	0.045	0	0.045
Hígado	25	0	0.566	0	0.566
Hisopos-Traqueal	1	0	0.023	0	0.023
Huevos	2	0	0.045	0	0.045
Intestino	19	0	0.431	0	0.431
Jaula	1	0	0.023	0	0.023
Molleja	2	0	0.045	0	0.045
No Se Sabe	3	0	0.113	0.045	0.159
Ovarios	2	0	0.046	0	0.046
Pulmón	1	0	0.023	0	0.023
Riñón	1	0	0.023	0	0.023
Suero	15	0	0.34	0	0.34
Tejido Hepático	1	0	0.023	0	0.023
Tráquea	3	0	0.068	0	0.068
<b>Total</b>	<b>4194</b>	<b>219</b>	<b>95.062</b>	<b>4.942</b>	<b>100.005</b>

Fuente: Datos de la investigadora.

La tabla 14 se aprecia que las muestras con mayor hallazgo de *Salmonella* fueron los Hisopos Cloacales (3.717%), TSA y GN (0.408%), y Cama De Aves (0.227%). Las muestras TSA - GN y Plato XLT4 - SBG fueron muestras procedentes de LADIV Los Santos que ingresaron para su confirmación por *Salmonella*, según esta indicado en la base de datos.

**Gráfica 9. Presencia de *Salmonella spp*, según muestra utilizada para análisis bacteriológico. Año 2011-18**

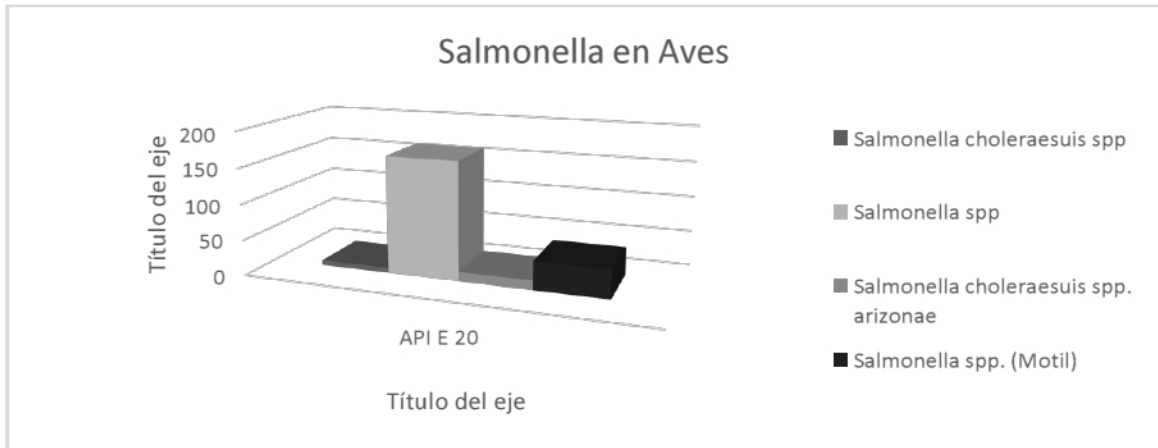


Fuente: Datos de la investigadora

### Resultados pruebas API 20 E

La prueba API (Analytical profile index) permitió la clasificación de los aislados obtenidos en procesos microbiológicos previos, proporcionando una rápida identificación del agente presente. En la gráfica 10, se refleja la identificación de enterobacterias presentes en las muestras procesadas, siendo la *Salmonella spp* (n=165), la más identificada dentro del grupo de salmonellas encontradas, pudiendo caracterizar a la *Salmonella cholerasuis* dentro del grupo de las móviles.

**Gráfica 10. *Salmonella* spp, según pruebas API E 20. Año 2011-18**



Fuente: Datos de investigadora

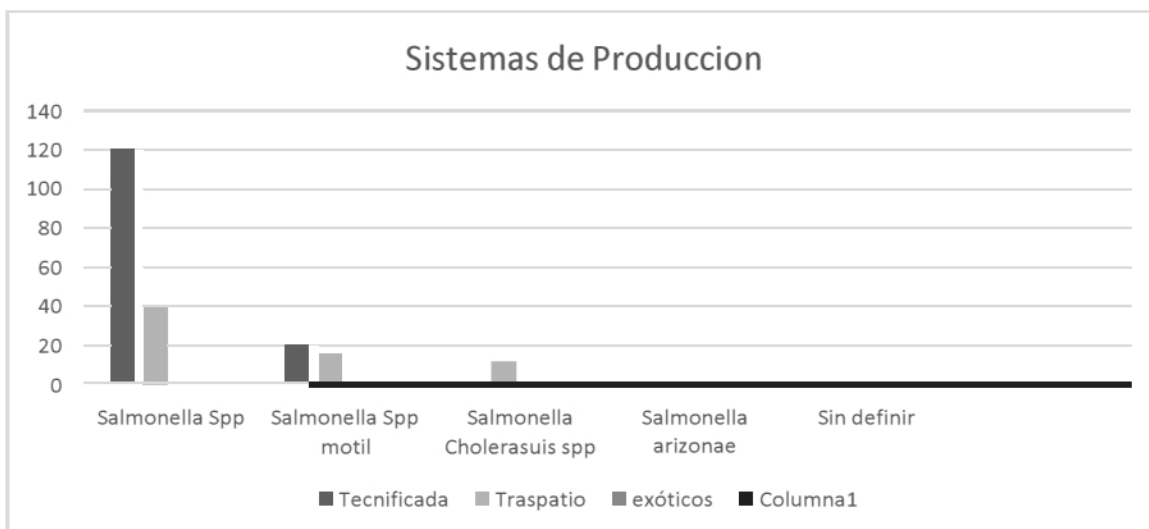
**Tabla 15. Resultados Api y sistemas de Explotación**

Serotipos	Tecnificada	Traspatio	Exóticos	Sin definir
<b><i>Salmonella</i> spp</b>	123	36	-	
<b><i>Salmonella</i> spp motil</b>	24	16	-	
• <b><i>Salmonella cholerasuis</i> spp</b>	-	1	-	
• <b><i>Salmonella cholerasuis</i> arizone</b>	2	11		
<b>Total</b>	149	64	-	6

Fuente: Datos de la investigadora

La tabla 15 muestra que el sistema de explotación con un mayor número de casos positivos a *Salmonella* fue la tecnificada (n=149). También se pudo observar que el sistema de traspatio fue donde se identificó la mayoría de las salmonellas móviles (n=28), seguido por el sistema tecnificado (n=26). Adicionalmente, la *Salmonella cholerasuis*, el cual es un serotipo que presenta motilidad, se encontró presente tanto en sistemas de traspatio como tecnificada. Esta información igualmente está representada en la gráfica 11.

**Gráfica 11. Presencia de *Salmonella*, según el sistema de producción**



Fuente: Datos de Investigadora

**Tabla 16. Relación entre la característica de motilidad de los aislados de *Salmonella* (Prueba de SIM) según el tipo de muestra analizada. Año 2011-18**

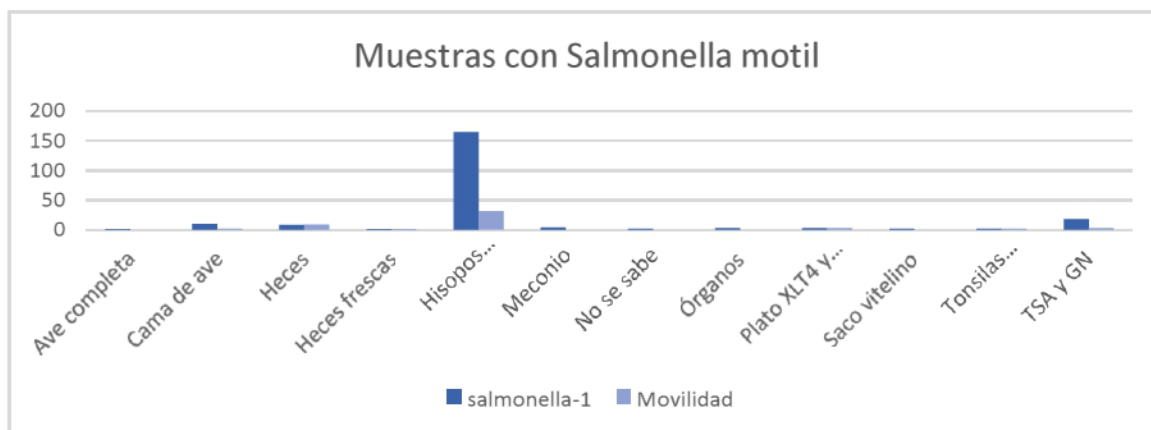
Tipo de muestra	Positivos	Movilidad
Hisopos cloacales	167	33
TSA y GN	18	5
Cama de ave	10	2
Heces	8	8
Meconio	4	
Órganos	3	
Plato XLT4 y SBG	3	3
Saco vitelino	2	
Tonsilas cecales	2	2
Ave completa	1	
Heces frescas	1	1
<b>Total</b>	219	54

Fuente: Datos de Investigadora

La tabla 16 permite observar que, del total de los aislados de *Salmonella*, los que presentaron motilidad, fueron las muestras de hisopados cloacales (n=33),

TSA-GN (n=5) y heces (n=8). Esta información se logra observar igualmente en la Gráfica 12.

**Gráfica 12. Distribución de los aislados móviles de *Salmonella* (Prueba de SIM) en las muestras analizadas**



Fuente: Datos de la investigadora

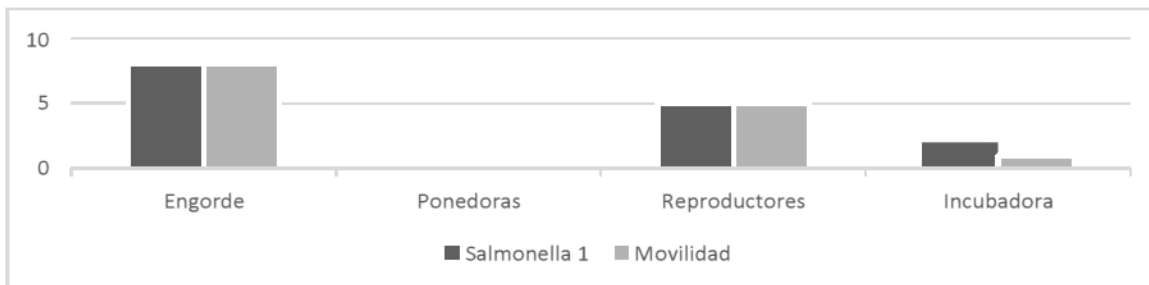
**Tabla 17. Relación entre la característica de motilidad de los aislados de *Salmonella* (Prueba de SIM) según el tipo de producción.**

Propósito	Positivos	Movilidad
Engorde	8	8
Ponedoras	-	-
Reproductores	5	5
Incubadora	2	1
Sin definir		

Fuente: Datos de la investigadora

La tabla 17 muestra la información desglosada por tipo de producción, donde se evidenció la presencia de aislados móviles de *Salmonella* principalmente en los animales destinados al engorde (n=8), seguido de las reproductoras (n=5). Solo un aislado móvil fue identificado en el grupo de las Incubadoras. Esta información se observa igualmente en la Gráfica 13.

**Gráfica 13. Distribución de los aislados móviles de *Salmonella* (Prueba de SIM) en los tipos de producción.**



Fuente: Datos de la investigadora

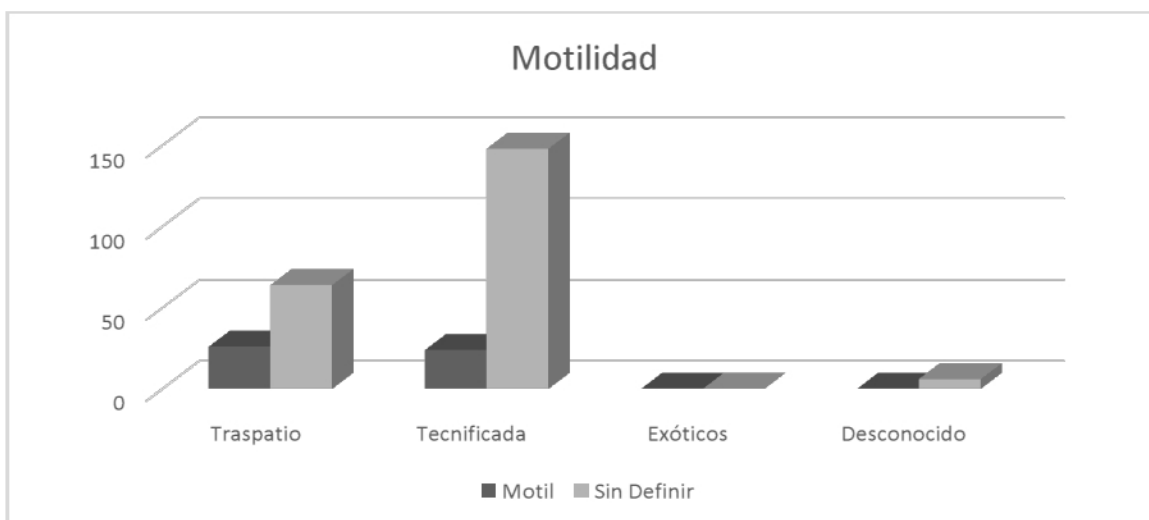
**Tabla 18. Relación entre la característica de motilidad de los aislados de *Salmonella* (Prueba de SIM) y el tipo de explotación.**

Sistema de producción	Motil	Total
Traspatio	28	64
Tecnificada	26	149
Exóticos	0	0
Desconocido	0	6
<b>Total</b>	<b>54</b>	<b>219</b>

Fuente: Datos de la Investigadora

La tabla 18 permite observar que, dentro de las muestras analizadas, se encontraron 54 aislados con características móviles, siendo mayor su presencia en aves de traspatio ( $n=28$ ), y en segundo lugar en los sistemas tecnificados ( $n=26$ ). Dentro de estos dos grupos, 149 aislados no pudieron definirse, en el grupo tecnificados, siendo igualmente 64 los aislados sin definir en el sistema de traspatio. Esta información se refleja igualmente en la Gráfica 14.

**Gráfica 14. Distribución de los aislados móviles de *Salmonella* (Prueba de SIM) según los tipos de explotación.**



Fuente: Datos de la investigadora

**Tabla 19 Provincias con hallazgos de *Salmonella* motil**

Provincias	Motilidad	Tecnificada	Traspatio
<b>Panamá</b>	15	14	1
<b>Comarca Guna Yala</b>	13		13
<b>Coclé</b>	12	7	5
<b>Pma oeste</b>	6	3	3
<b>Los santos</b>	5		5
<b>Veraguas</b>	3	3	
<b>colon</b>	1		1
<b>total</b>	54		

Las provincias que se presentaron aislados de *Salmonella* con motilidad fueron: Panamá (n=15), Comarca Guna Yala (n=13), Coclé (n=12), Los Santos (n=5), Panamá Oeste (n=5), Veraguas (n=3) y Colón (n=1).

## Discusión

Este estudio tuvo como objetivo conocer el comportamiento de la presencia de *Salmonella spp.* en muestras provenientes de aves de corral comerciales y de traspatio, las cuales fueron producidas en distintos tipos de explotaciones avícolas destinadas al consumo humano. Estas muestras fueron obtenidas gracias a los programas de vigilancia activa que se realizaron en la Dirección Nacional de Salud Animal del Ministerio de Desarrollo Agropecuario. Las muestras fueron procesadas y analizadas en el Laboratorio de Diagnóstico Veterinario, lo que permitió recabar información para la creación de una base de datos con los resultados obtenidos, los cuales fueron posteriormente organizados para el estudio, aplicando varios modelos estadísticos para su análisis.

Los resultados de este trabajo mostraron que los casos de *Salmonella* se han mantenido durante los años incluidos en el estudio, en las distintas explotaciones avícolas y que, tanto en las explotaciones tecnificadas como en las de traspatio, existe el riesgo de contaminación con este agente infeccioso, por lo que hay que tomarlo en cuenta al momento de establecer los planes de bioseguridad en cada una de estas instalaciones.

Los resultados obtenidos para la variable año, manifestaron una mayor frecuencia de casos positivos en los años 2015 (n=59), 2016 (n=39) y 2018 (n=37), lo cual podría sugerir la existencia de factores presentes durante ese periodo de tiempo, que pudieron ocasionar el aumento de los casos. Estos factores podrían ser ambientales, pudiendo sumarse el aumento de la cantidad de fincas avícolas, que se han dado en los últimos años en el país (ANAVIP, 2021). Con relación a los meses se observó que los meses con más casos fueron mayo (n=51), junio (n=31), julio (n=32) y noviembre (n=26). Estudios relacionados con el tema exponen que los casos de *Salmonella* en animales y humanos tienden a ser estacionales. En una investigación realizada por Glenda Charles (2005), se indicó que la salmonelosis presenta una distribución estacional con el máximo

número de casos entre los meses de abril a septiembre, tanto en humanos como en hospederos no humanos. Otro estudio realizado en México, por Gutiérrez Cogco (2000), igualmente manifestó una incidencia estacional, por lo que el canal endémico suele registrar un aumento de casos a partir del mes de mayo, con un pico máximo en julio y agosto y una declinación a partir de septiembre y octubre. Estas investigaciones coinciden con los resultados encontrados en este estudio. Con relación a los factores ambientales que se pueden afectar en la proliferación de la *Salmonella*. La situación climatológica pudiese jugar un papel fundamental ya que, la aparición de la bacteria, sobre todo durante los meses cálidos, podría considerarse normal si se tiene en cuenta que la temperatura óptima de crecimiento es de 30° C a 37° C (ADIVETER, 2021). Por este motivo, cuando la temperatura ambiental se acerca a los 30° C, aumenta el riesgo de proliferación. Adicionalmente, las temperaturas en los galpones oscilan normalmente entre 20 y 32 °C dependiendo de la semana de cría, completando un hábitat óptimo para las bacterias, especialmente aquellas que son aeróbicas mesófilas o microaerofílicas (Luyo Flores, 2014). La humedad es otro factor que puede representar un riesgo y que se puede encontrar en las camas, suele estar directamente relacionada con la contaminación por *Salmonella* ssp., ya que propicia las condiciones para la multiplicación de la bacteria. Se ha encontrado que la humedad superficial bajo la cama puede conducir a contaminación por *Salmonella* spp. en su superficie (Gazdzinski, 2004). En nuestro país, según los datos de ETESA, las temperaturas más altas se encuentran en los meses de abril y mayo con 35 y 36 grados (ETESA, 2021). Mayo es el primer mes de la estación lluviosa, que coincide con el mes de mayor número de casos de *Salmonella* para este estudio, lo que permite considerar que todos estos factores pueden influir en que los meses de mayo a julio se encuentren como los números más elevados muestras positivas.

Para las variables demográficas, los corregimientos y distritos de mayores frecuencias de hallazgos de *Salmonella* fueron Chepo (n=25), Panamá (n=37),

Penonomé (n=26) y Santiago (n=25). Entre las provincias se encuentran Panamá (n=64), Coclé (n=38), Veraguas (n=35), Panamá Oeste (n=32); además, las dos comarcas muestreadas se encontraron datos positivos para *Salmonella*, la Comarca Guna Yala (n=14) y la Comarca Ngöbe Buglé (n=2). Estos datos pueden estar relacionados a que éstas son las zonas donde mayormente se concentran las explotaciones avícolas en el país (ANAVIP, 2021). En este sentido, la información actual existente indica que las provincias que registraron mayor presencia de aves fueron: Panamá Oeste con 10.5 millones, Panamá con 5.4 millones y Veraguas con 3.4 millones; es decir, un 41.5%, 21.6% y 13.7%, respectivamente, lo que representa el 76.9% de la población avícola del país (Rivera, 2018).

El aumento de la frecuencia de *Salmonella* en las muestras de aves es un problema que genera un gran impacto, tanto en Salud Pública como en Salud Animal, principalmente por su capacidad de fácil diseminación en la industria avícola. En el mundo, existen prevalencias que van desde el 10% hasta el 17% en humanos y del 25% al 55% en animales, en este último incluidas aves de engorde (Perdomo Flórez, 2010). Igualmente, preocupante son los resultados de estudios previos, los cuales demuestran el difícil control de la *Salmonella*, lo que se sumaría a la problemática existente para la salud pública (Araujo, 2015).

Con relación a los tipos de explotación en Panamá, los resultados indicaron una marcada presencia en los sistemas tecnificados (n=149) 3.5%, sobre todo al compararlos con los sistemas de traspatio (n=64) 1.5%, siendo ambas actividades son representativas estadísticamente, lo que significa que los resultados tienen una baja probabilidad de ocurrir por casualidad. En este estudio, la proporción de *Salmonella* en las muestras analizadas fue del 5.22%, este resultado es mayor a lo encontrado en un estudio realizado por Díaz (2014), donde se aisló e identificó *Salmonella spp.* en granjas avícolas industriales registradas en Ecuador, reportando una presencia del 5% (n=141).

En general, en las aves adultas la infección puede cursar de forma asintomática, y algunas permanecen como portadoras, siendo la contaminación fecal su principal mecanismo de transmisión. En los sistemas tecnificados, las aves permanecen en un espacio determinado, conviviendo en entornos reducidos y con altas densidades poblacionales, favoreciendo la infección entre otros animales. Otro factor que permite la contaminación es la resistencia ambiental de la *Salmonella* (de semanas o meses en condiciones de humedad, temperatura y pH adecuados). Esta situación amplifica el efecto de diseminación por vía fecal de las aves portadoras (Contreras, Martín, & Paterna, 2016). El riesgo existente de encontrar *Salmonella* en las aves de corral, favorece las condiciones que contribuyen a la contaminación durante el faenamiento, como lo menciona Rasschaert et al., 2008; donde la presencia de *Salmonella* spp. en piel ha sido reportada (80%), pudiendo ser producto de la contaminación cruzada en las distintas fases del procesamiento. Es por eso que, las fases como la evisceración, el lavado, y la inmersión en el chiller son considerados puntos críticos para la contaminación de las carcasas (Andrade, 2015).

La mayoría de las muestras del estudio procedían de aves de corral, siendo las más comunes y con mayor presencia de *Salmonella*: hisopos cloacales (n=167), las camas de aves (n=10), las heces (n=8), el meconio (n=4), los sacos vitelinos (n=2) y las tonsilas cecales (n=2). En este sentido, el método de laboratorio puede favorecer la identificación de agentes como la *Salmonella*. El emplear un pool de 5 muestras, aumenta la capacidad de aislamiento. Además, la introducción de los hisopos cloacales directamente en agua peptonada constituye una práctica que favorece el nivel de detección (Andrade, 2015); Por otra parte, los hallazgos en las camas de ave puede estar relacionado con la humedad, ya que ésta influye en la proliferación de agentes, que luego de haber sido introducida la bacteria a un plantel, puede multiplicarse y persistir en el ambiente por meses (Wales, 2010). El haber podido encontrar aislados de *Salmonella* en las camas de aves, refleja un deficiente sistema de limpieza de la

granja, por lo que habría que considerar la aplicación de medidas de bioseguridad a fin de garantizar la proliferación de patógenos. En este sentido, la Comisión del Codex Alimentarius (2007) elaboró directrices para el control de *Salmonella* spp. en aves de corral, marcando como prioridad la planificación logística de la cama, con el fin de evitar patógenos que pudieran transferirse de un lote a otro por medio de equipos y operadores. Debido a que generalmente no hay síntomas de la enfermedad, en estos animales suelen pasar la inspección veterinaria sin restricciones (Andrade, 2015).

El conocimiento sobre el comportamiento de la *Salmonella* en una región en particular, permite establecer controles al verificar su presencia dentro de las poblaciones aviares. Los serotipos de *Salmonella* de gran importancia en la industria avícola y sanidad animal son *Salmonella enterica pullorum* y *gallinarum*, las cuales tienen un impacto económico importante en las explotaciones. Estas no presentan motilidad a diferencia de aquellas que son de importancia para Salud Pública, las cuales son móviles y se les conoce como zoonóticas; pudiendo estar presente en las explotaciones aviares sin ocasionar enfermedad en las aves. En este estudio, los serotipos identificados mediante pruebas microbiológicas y bioquímicas como la prueba API E 20, fueron: *Salmonella* spp (n=165), *Salmonella* móvil (n=40), *Salmonella choleraesuis* (n=1), *Salmonella choleraesuis* Subsp *arizone* (n=13). De acuerdo con algunas investigaciones realizadas, con relación a la inocuidad de la cadena avícola, se ha indicado que la *Salmonella* spp. es el principal patógeno que se puede aislar en productos avícolas (Colombia Departamento Nacional de Planeación, 2007). Este hallazgo relaciona los productos avícolas con las enfermedades transmisibles por alimentos (ETA), por lo que es considerado como una zoonosis, lo que resalta la importancia de una adecuada inocuidad de la cadena. La mayoría de las serovariedades aisladas del hombre y de los animales de sangre caliente pertenecen a *Salmonella choleraesuis* Subespecie *choleraesuis* (Flores L. E., 2003). Este serotipo está igualmente relacionado a la enfermedad severa en su principal portador, el cerdo; aunque también puede causar enfermedad sistémica grave en humanos.

Las muestras donde se encontraron las salmonellas móviles (zoonótica), fueron hisopos cloacales (n=33), heces (n=8), tonsilas cecales (n=2) y camas de las aves (n=2). Al encontrar estos resultados se evidencia la presencia de *Salmonella* tanto en muestras fecales como las ambientales, lo que concluyendo un factor de riesgo de contaminación durante el sacrificio. Las muestras ambientales (camas y heces) con *Salmonella* demuestran un deficiente nivel de bioseguridad en las explotaciones.

Estos resultados demuestran la importancia de la vigilancia, la inspección y el control de la cadena avícola, comenzando desde las granjas con un monitoreo constante de las aves, productos y subproductos, continuando con las plantas de incubación o centros de distribución de huevo, terminando en los sitios de preparación para consumo por el ser humano. El riesgo más marcado se presenta durante el faenamiento, ya que el material intestinal, que a menudo contiene *Salmonella spp.*, contamina la superficie de las canales, que en etapas posteriores pueden llevar a la extensa contaminación de la carne y sus productos. Estudios han demostrado que el agua fría y el proceso de enfriamiento (chilling) puede ser una importante fuente de contaminación de patógenos en la carcasa, contribuyendo a la contaminación cruzada entre las canales durante el enfriamiento. Como consecuencia, un pequeño número de canales contaminadas pueden tener un gran impacto en la difusión de la contaminación (Andrade, 2015).

Debido a la importancia para la Salud Pública, se consideró el análisis de las frecuencias de aislados móviles y su relación con el tipo de explotación. Sobre este punto, cabe destacar que fue poca la información conseguida en los informes revisados; por, lo que solo se muestra la relación con los tipos de producción; en las aves de engorde (n=8), reproductoras (n=5) y en incubadoras (n=1), encontrado en todas ellas aislados de *Salmonella* zoonóticas. En un estudio de prevalencia de *Salmonella* realizado por el SENASA en el Perú, reporto que, en granjas avícolas, la presencia de *Salmonella* fue de 29.78% con prevalencias del 48.71% en granjas de carne, 13.36% en granjas de postura comercial y 6.02% en

granjas de reproductores, siendo las más alta en aves de engorda. Por otra parte, Bailey (1996), menciona que la diversidad en las fuentes de transmisión de *Salmonella* es un desafío para la industria avícola. La infección o contaminación en aves reproductoras o en incubadora es uno de los principales factores de riesgo para la presentación del patógenos en pollos de engorde (Olaya & Ramírez, 2010). Igualmente, los aislados móviles o zoonóticos estuvieron más presentes en los sistemas producción de traspatio (n=28), siendo menos frecuente en los tecnificados (n=26). Las provincias donde se obtuvieron estos resultados fueron Panamá (n=15), Comarca Guna Yala (n=13), Coclé (n=12), Los Santos (n=5), Panamá Oeste (n=5), Veraguas (n=3). Estas provincias según informes de ANAVIP-MIDA, son las zonas donde mayormente se encuentran las explotaciones avícolas intensivas (ANAVIP, 2021).

Los resultados obtenidos en este trabajo, han permitido apreciar la presencia de aislados móviles de *Salmonella*, en los sistemas de traspatio. Sabemos que estos sistemas se caracterizan por favorecer la coexistencia de las aves de corral con otras especies como los cerdos lo que incrementa el riesgo sanitario, al estar presente cepas con potencial zoonótico. Además, permite observar que las zonas costeras, como Guna Yala existe el riesgo, pudiendo estar asociado a la contaminación de aguas marinas. Estudios sobre este tema, manifiestan que la *Salmonella cholerasuis* puede estar presente en fuentes marinas, demostrándose a través de su aislamiento en playas y puertos. Esto nos permite concluir que el agente puede estar presente en estos entornos, tal vez favorecido por la adaptación de este patógeno a ambientes como los medios marinos (Flores L. E., 2003). Todo esto pone de manifiesto la necesidad de implementar medidas de intervención enfocadas a la educación de los propietarios sobre la tenencia de aves traspatio y su manejo, sumado a la implementación de un adecuado sistema de conservación y manejo sanitario del ambiente. De esta manera, se podrán prevenir potenciales infecciones, llegando finalmente a afectar a las personas, debido a la contaminación de productos de origen marinos, cuya fuente de contaminación procede de entornos terrestres. La transmisión puede

ser de tipo vertical por parte de los reproductores al huevo u horizontal en la incubadora. También hay que considerar otras fuentes como las granjas, el transporte al camal y el faenamiento (Andrade, 2015).

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## Conclusión

- En el análisis de la dependencia existente entre los hallazgos y su comportamiento según las variables de tiempo, el año que se observa mayor número de casos de *Salmonella* es el año 2015, seguido por los años 2016-2017. Los meses de mayor frecuencia fueron de mayo a septiembre. En las variables demográficas, se visualiza que las regiones de Panamá, Panamá oeste, Coclé y Veraguas son las de mayor número de casos de *Salmonella* siendo además los lugares donde se encuentran la gran mayoría de explotaciones Avícolas.
- Los serotipos de *Salmonella* que se encuentran en las aves analizadas, manifiestan que existen los serotipos *Salmonella* spp, *Salmonella* spp (móvil), *Salmonella cholerasuis* y *Salmonella cholerasuis arizone*. También se evidencio que algunos de estos serotipos forman parte del grupo de bacterias móviles, las cuales son de relevancia por su carácter zoonótico como es el caso de *S. cholerasuis* y *Salmonella Spp Movil*.
- En las explotaciones tecnificadas y traspatio se observó serotipos tanto móviles como inmóviles, en el caso de las explotaciones tecnificadas a pesar de la poca información encontrada se evidencia su presencia en propósitos de engorde, reproductores e incubadoras. En las explotaciones de traspatio se encontró la presencia de *Salmonella cholerasuis*, un serotipo móvil de importancia en salud pública, además en este tipo de explotación se observaron mayor número de serotipos móviles.
- La situación existente en las aves de traspatio, con relación a su afectación por *Salmonella* spp, evidencia que en estas aves se pueden encontrar *Salmonella* Movil como no móviles, lo cual es un factor preocupante por su falta de medidas de bioseguridad y aún más por el mercado de venta de los productos derivados de este tipo de explotación.

## Recomendaciones

- Actualizar los métodos de identificación de género y serotipificación del laboratorio ya que se evidencia que el sistema Api E 20, tiene deficiencias para definir el serotipo presente, en los casos de *Salmonella* móvil se observa que de 54 muestras solo serotipifico 14 y en las no móviles ninguna.
- Realizar estudios complementarios para determinar la presencia de otras cepas de *Salmonella*, que se puedan identificar en muestras de aves y relacionarla con la contaminación cruzada que puede originarse en las carcasas de aves de corral causada por la ruptura de sacos ciegos durante el faenamiento en las plantas de proceso.
- Realizar estudios que permitan la identificación y aislamiento de *Salmonella* spp. en carcasas de pollo en sitios de expendio, en las distintas provincias de Panamá.
- Crear un sistema integrado, en la que todas las instituciones relacionadas a la vigilancia sanitaria, estén comunicadas fortaleciendo así los diversos programas de vigilancia epidemiológica, aumentando las jornadas de capacitación a los productores, con el objetivo de mejorar las condiciones de manejo y establecimiento de medidas sanitarias y bioseguridad más acorde, a fin de evitar la presencia de patógenos zoonóticos en los productos de consumo alimentario.
- Fortalecer los sistemas de vigilancia sanitaria con equipos de laboratorio modernos y la integración de profesionales de distintas disciplinas para el estudio de este y otros patógenos de importancia para la salud pública.
- Establecer y aplicar leyes y normas sanitarias claras y de mayor impacto que permitan una vigilancia sanitaria más eficiente.
- Capacitar a los técnicos responsables de la toma de muestras y llenado de los formularios de campo, para poder acceder a una información más clara y completa, facilitando así estudios de este tipo.

## Glosario

1. API: Analytical Profile Index: Sistema de identificación rápida para bacterias de la familia Enterobacteriaceae y otras bacterias Gram (-) (Salamanca, 2019).
2. DINASA: Dirección Nacional De Salud Animal: Institución basada en normas nacionales e internacionales, que garantiza la excelencia en la protección zoonosanitaria, la seguridad alimentaria, coadyuvando de esa manera con la Salud Pública y la protección ambiental.
3. Datos secundarios: implican información que ya ha sido recolectada y registrada por otra persona diferente al analista, para un propósito que no está relacionado con un problema de análisis actual.
4. FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura: agencia de las Naciones Unidas que lidera el esfuerzo internacional para poner fin al hambre (FAO/OMS, 2004).
5. LADIV: Laboratorio de Diagnóstico e Investigación Veterinaria «Dr. Gerardino Medina H.»: basado en la Norma ISO-IEC 17025, con la finalidad de elevar su competencia técnica, coadyuvando con la Salud Pública y el medio ambiente (MIDA, 2020).
6. MIDA: Ministerio de Desarrollo Agropecuario: ente encargado de lograr la seguridad alimentaria del país y contribuir a la disminución del costo de la canasta básica de alimentos.
7. OIE: Organización Mundial de Sanidad Animal: es la organización intergubernamental encargada de mejorar la sanidad animal en el mundo (OIE, 2015).
8. PRONSA: Programa Nacional de Sanidad Avícola (PRONSA, 2014)
9. SALMONELLA: pertenece a la familia Enterobacteriaceae, que es el grupo más grande y heterogéneo de bacilos gramnegativos con importancia clínica (health T. c., 2005).
10. SISLADIV: Sistema Computarizado de Registro de Casos del Laboratorio de Enfermedades Vesiculares (MIDA, 2020).

11. STP: Sistema de Producción Traspatio: Es aquel espacio productivo y diverso con que cuentan algunas familias de zonas rurales y áreas periurbanas, es de gran importancia para la seguridad alimentaria, la organización y economía familiar de quienes trabajan en él.
12. STC: Sistema de Producción Tecnificado: La producción de pollo para engorda o postura que está altamente tecnificada y por ello es muy productiva (PRONSA, 2014).

## Bibliografía

1. ADIVETER. (8 de AGOSTO de 2021). *CONSUME SEGURO*. Obtenido de [https://www.adiveter.com/ftp\\_public/A1140808.pdf](https://www.adiveter.com/ftp_public/A1140808.pdf)
2. ANAVIP. (6 de Agosto de 2021). *Asociacion de Avicultores de Panamá*. Obtenido de <https://www.anavip.org/index.php/indicadores-economicos/>
3. Andrade, N. (2015). *Aislamiento de cepas móviles e inmóviles de Salmonella en contenido cecal de pollos faenados en camales industrializados*. Quito: Universidad central de Ecuador.
4. Araujo, M. (2015). *Comportamiento de la Salmonelosis en los últimos 15 años, como problema de gran magnitud en Salud Pública*. Nuevo León: Tesis de Maestría en Salud Pública, Universidad Autónoma de Nuevo León.
5. Betancor, L., Pereira, M., Martínez, A., Giossa, G., Fookes, M., K. Flores, & Barrios, P. (2010). Prevalence of Salmonella enterica in Poultry and Eggs in Uruguay during an Epidemic Due to Salmonella enterica Serovar Enteritidis. *Journal of clinical microbiology*, 2413–23.
6. BioMérieux. (2010). *SISTEMAS MINIATURIZADOS API®*.
7. Blas, I. d. (2006). *Medición de enfermedad: Cálculo de prevalencia*. Obtenido de Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza: <http://www.winepi.net/sp/disease/cprev3.asp>
8. Bonita, R. (2008). *Epidemiología Básica*. OPS.
9. Castillo, A. d., & Martínez, L. H. (2006). Salmonelosis y Campilobacteriosis, las zoonosis emergentes de mayor expansión en el mundo. *VETMEX*, 81-90.
10. Castillo, J. (2010). *Métodos estadísticos de R y R commander*. Madrid.
11. Cebrán, L. F. (2009). *Análisis Estadístico*. México: Universidad Inca Garcilaso de la Vega.
12. Centers, f. d. (30 de Enero de 2006). *CDC*. Obtenido de CDC: <https://www.cdc.gov/salmonella/index.html>
13. Centro, d. c. (5 de febrero de 2019). *CDC*. Obtenido de CDC: <https://www.cdc.gov/spanish/especialescdc/salmonellahuevos/index.html>
14. Charles, G., Carlo, S., & Romano, J. (2007). Prevalencia de Salmonella sp en alimentos en el Estado de Tamaulipas durante el año 2005. *Investigación clínica*, 437-443.
15. Contreras, A., Martín, A. G., & Paterna, A. (2016). Papel epidemiológico de las aves en la transmisión y mantenimiento de zoonosis . *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz*, 1-21.
16. Crump, J. A. (2002). *Bacterial contamination of animal feed and its relationship to human foodborne illness. Clinical Infectious Diseases*. An Official Publication of the Infectious Diseases Society of America.
17. DINASA. (1999). *Manual de normas y procedimientos*. Panama: DINASA.
18. Dinev, I. (2011). *Atlas de las enfermedades de las aves*.
19. Dinev, I. (2014). *El sitio avícola*. Obtenido de Enfermedades de las Aves Salmonelosis:

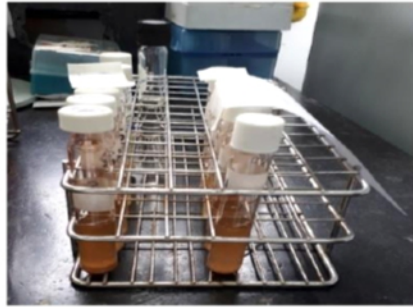
- <https://www.elsitioavicola.com/publications/6/enfermedades-de-las-aves/244/salmonelosis/>
20. Durán, D. A. (2015). *Identificación de Salmonella enterica de interés zoonótico Serovariedades Enteritidis, Typhimurium e Infantis en pollo de un día de edad en un sistema productivo de pollo de engorde en la provincia de Pichincha*. Quito: Universidad central de Ecuador.
  21. Elika. (2013). Salmonella. *Fundacion vasca para la seguridad alimentaria*, 1-3.
  22. Entis, P. (2002). *Food Microbiology. The Laboratory. Foods Processors Institute ed.* Washington DC, U.S.A.
  23. Espino, E., & Cesar, M. (2003). *Manual para la selección, recolección y envío de muestras al laboratorio*. Panama: DINASA.
  24. ETESA. (2021). *Empresa de Transmision electrica*. Obtenido de <https://www.etsa.com.pa/es/noticias/comportamiento-las-lluvias-estimadas-para-los-meses-abril-mayo-junio>
  25. FAO. (21 de octubre de 2019). *Produccion y productos avicolas*. Obtenido de <http://www.fao.org/poultry-production-products/recursos/es/>
  26. FAO/OMS. (2004). Vigilancia epidemiológica de enfermedades transmitidas por los alimentos y sistemas de alerta en materia de inocuidad de los alimentos. *Segundo Foro Mundial FAO/OMS de Autoridades de Reglamentación sobre Inocuidad de los alimentos*. Bangkok, Tailandia.
  27. Figueroa, I. M. (2005). Mecanismos moleculares de patogenicidad de Salmonella sp. *Revista Latinoamericana de Microbiología*, 25–42.
  28. Flores, H. F. (2012). *Determinación de Salmonella spp. en centros de beneficio clandestino de aves de Lima Metropolitana*. Lima: Tesis: Universidad Mayor San Marcos.
  29. Flores, L. E. (2003). *Caracterizacion fenotipica y genotipica de estirpes de Salmonella cholerasuis en ambientes marinos*. Lima: Tesis: Universidad Mayor San Marcos.
  30. Forbes, B. S. (2007). *Bailey & Scott's Diagnostic Microbiology*. Elsevier.
  31. Frazier, W. (1993). *Microbiología de los alimentos*. Zaragoza: Acribia S.A.
  32. health, T. c. (2005). Salmonelosis. *Institute for international cooperation in animal*, 1-8.
  33. health, t. c. (2009). Tifosis aviar y pullorosis. *cfsph*, 1-6.
  34. Hernández, A., & Gil, D. (2005). *Manual de Salud Pública y Epidemiología*. Bogotá, Madrid, Sao pablo: Panamericana.
  35. Hernández, R. R. (2015). *Prevalencia y caracterización molecular de Salmonella spp*. Ibagué - Tolima.
  36. Ibañez Consuelo. (22 de Febrero de 2008). *Salud Pública y algo más*. Recuperado el 2015, de Madridmas: [http://www.madrinasd.org/blogs/salud\\_publica/2008/02/22/85165](http://www.madrinasd.org/blogs/salud_publica/2008/02/22/85165)
  37. IFIF, F. &. (2014). *Buenas Prácticas para la Industria de Piensos Implementación del Código de Prácticas Sobre Buena Alimentación Animal*. Roma: Manual FAO de producción y sanidad animal.

38. Loureiro, E. C. (2010). *Sorovares de Salmonella de origem humana identificados no Estado do Pará, Brasil, no período de 1991 a 2008*. Para: Instituto Evandro Chagas.
39. M. Torres, D. O. (2013). Incidencia de Salmonella en diferentes tipos de productos cárnicos. *REDVET*, 1-5.
40. Maradiaga, E. (2010). *Técnicas de recolección*. Honduras.
41. Martínez, P. M. (2013). *Comparación de dos sistemas de producción Y de manejo sanitario de las aves criollas de traspatio en los municipios de Ignacio veracruz*. Veracruz, Mexico: Universidad Veracruzana.
42. McVey, D. S. (2013). *Veterinary Microbiology*. New Deli: Willey-Blackwell.
43. Medeiros, M. A. (2011). Prevalence and antimicrobial resistance of Salmonella in chicken carcasses at retail in 15 Brazilian cities. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 555–560.
44. Merck. (2005). *Manual de Microbiología*.
45. MIDA. (2020). *Ministerio de Desarrollo Agropecuario*. Obtenido de <https://www.mida.gob.pa/>
46. Monroy israel ; Ledesma Martínez ; Sánchez Felix. (2015). *Determinación, por PCR, de Salmonella Enteritidis en pollos*. Obtenido de Revista Científica Veterinaria México: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0301-50922012000400001](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-50922012000400001)
47. Mora, M. J. (2016). *Determinacion de la prevalencia de Salmonella spp. en huevos frescos de la provincia de Tungurahua*. Ecuador: Universidad de Ecuador.
48. Murray, P. R. (2009). *Microbiología Médica*. España: Elsevier.
49. OIE. (2015). *Código Sanitario para los Animales Terrestres*. Obtenido de [www.oie.int/es/normasinternacionales/codigo-terrestre/](http://www.oie.int/es/normasinternacionales/codigo-terrestre/)
50. Olaya, J., Andrés, J., & Ramírez, A. P. (2010). Las enfermedades infecciosas y su importancia en el sector avícola. *Revista de Medicina Veterinaria N° 20*, 49-61.
51. OMS. (2018). *Salmonella (no tifoidea)*. Obtenido de OMS: [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))
52. PAHO/WHO. (2010). *Sistema de Salud Panamá*. Salud de las Américas. Obtenido de [http://www.paho.org/saludenlasamericas/index.php?id=49&option=com\\_content](http://www.paho.org/saludenlasamericas/index.php?id=49&option=com_content)
53. Panamá, M. d. (2019). *Boletín Epidemiológico*. Obtenido de Etas: <http://www.minsa.gob.pa/busqueda?resultados=boletin>
54. Panamá, N. (enero de 2016). *Salmonella en Panama*. 1.
55. Parra M, J. D. (2002). Microbiología, patogenesis, epidemiología, y diagnóstico de Salmonelosis. *MVZ-CÓRDOBA*, 187-200.
56. Perdomo Flórez, W. O. (2010). Prevalencia de Salmonelosis en avícolas tecnificadas de postura del Departamento del Huila. *Revista Facultad De Salud*, , RFS 2(1), 77-84.

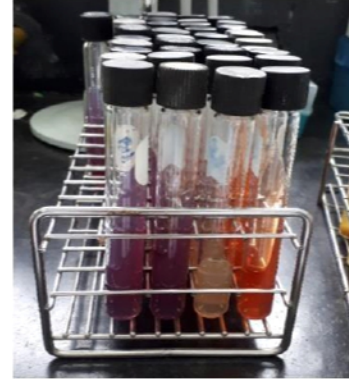
57. Perero, J. (2012). *Microbiología de los alimentos*. Ecuador: Escuela Superior Politecnica del Litoral.
58. Pérez, Rivera, S., Vera, A. P., Rincón, H., & Román, Y. M. (2004). Aislamiento de Salmonella en canales de aves y Evaluación de la efectividad de diferentes medios de enriquecimiento y selectivos. *Revista Científica FCV-LUZ*, 177-185.
59. Pérez, S. (2003). *Introducción a la regresión logística*. Valencia: Quaderns de salut publica.
60. Pesado, F. A., & Serrano, M. D. (2013). *Zootecnia de aves*. Mexico: UNAM.
61. Piñeros, J., & Rodriguez, M. (2010). *Identificación de Salmonella en pollos ross 308*. Bogota: Universidad la Salle.
62. PRONSA. (2014). *Programa de Sanidad Avícola*. Panamá: DINASA.
63. PRONSA. (2015). *Vigilancia Epidemiológica para la Prevención de la Influenza Aviar y Newcastle en Aves Domésticas del Territorio Nacional*. Panama: DINASA.
64. Quinn, P. J. (2011). *Veterinary Microbiology and Microbial Disease*. USA: Willey-Blackwell.
65. Quintero, I. (2018). *Proyecto de prevención de enfermedades aviarias*. Panamá: Mida - Dinasa.
66. Rasschaert, K. H. (2006). Impact of the slaughter line contamination on the presence of Salmonella on broiler carcasses. *Journal of Applied Microbiology*, 1-9.
67. Ríos, B., Casadiego, A., & G. Pacheco. (2011). Calidad microbiológica de alimentos remitidos a un laboratorio de Salud Pública. *Salud Pública.*, 953-965.
68. Rivera, O. (2018). Industria avícola se mantiene en crecimiento. *El Capital Financiero*.
69. Romero, A., & Moreno, L. (2011). *Epidemiología y estadística en Salud Pública*. México: McGraw-Hill.
70. Ruiz, S. (2013). *Caracterización de sistemas productivos de traspatio que mantienen aves y cerdos, en la región del Libertador General Bernardo O'Higgins y riesgo asociado a la mantención y diseminación de agentes transmisibles*. Chile: Universidad de Chile.
71. Salamanca, U. d. (21 de octubre de 2019). *Laboratorio de Tecnología Educativa. Departamento de Microbiología y Genética. Universidad de Salamanca*. Obtenido de Bateria de pruebas API20E.: <http://aulavirtual.usal.es/aulavirtual/demos/microbiologia/unidades/LabV/API/api.html>
72. Salud, M. d. (2005). *Situación Sanitaria Panamá*. Panamá: Minsa.
73. Sánchez, M. (2017). *Mecanismos de interacción de Salmonella con la mucosa intestinal*.
74. Serrano, M. (2013). *Calidad Microbiológica de la carne de pollo*. Juchitlán, México: SAGARPA.

75. Soria, M. (2013). *Salmonella y aflatoxinas en granjas de gallinas ponedoras comerciales*. La plata.
76. Soto, R., & Salas, A. (2016). *Salmonella spp, Resistencia a Antimicrobianos y Caracterización de Medidas de Bioseguridad en Sistemas Productivos de Traspatio Vecinos a La Reserva Nacional*. Santiago: Universidad de Chile.
77. Suarez, M., & Mantilla, J. (2000). *Presencia de Salmonella spp en productos de origen avicola y su impacto en salud publica*. Bogota: Instituto de Biotecnología, Universidad Nacional.
78. Uribe, C., & Suárez, M. C. (2006). Salmonelosis no tifoidea y su transmisión a través de alimentos de origen aviar. *Colombia Médica*, 151-158.
79. USDA, I. (s.f.). *Manual de procedimientos para el asilamiento e identificación de salmonella de humanos, alimentos y animales*. Mérida, Yucatán, México, 2001.
80. Vergara, E. M. (2011). *Programas de prevención y control de especies de Salmonella de interés para la Salud*. OIRSA.
81. Waltman, D. W., & Gast, R. K. (2008.). *Salmonellosis. A Laboratory Manual for the isolation and identification of Avian Pathogens, 5th. American Association of Avian Pathologists eds. . Athens, Georgia, USA*.
82. West, H., Patricio, R. M., & Santiago, U. V. (2015). *Identificación De Cepas De Salmonella spp. Resistentes a Antimicrobianos y Factores De Riesgo Para Su Circulación, En Aves Y Cerdos Mantenidos En Sistemas Productivos De Traspatio, chile*. Bolivar: Universidad Estatal de Bolívar.
83. Winn, W. C. (2006). *Diagnóstico microbiológico - Texto y atlas en color*. Argentina: Médica Panamericana.

# **ANEXOS**



*Ilustración 2 Medios de Agua peptonada y Pool de muestras de Salmonella*



*Ilustración 3 Medios de Enriquecimiento, Cultivo y Bioquímicas*



*Ilustración 4 Pruebas API E 20*

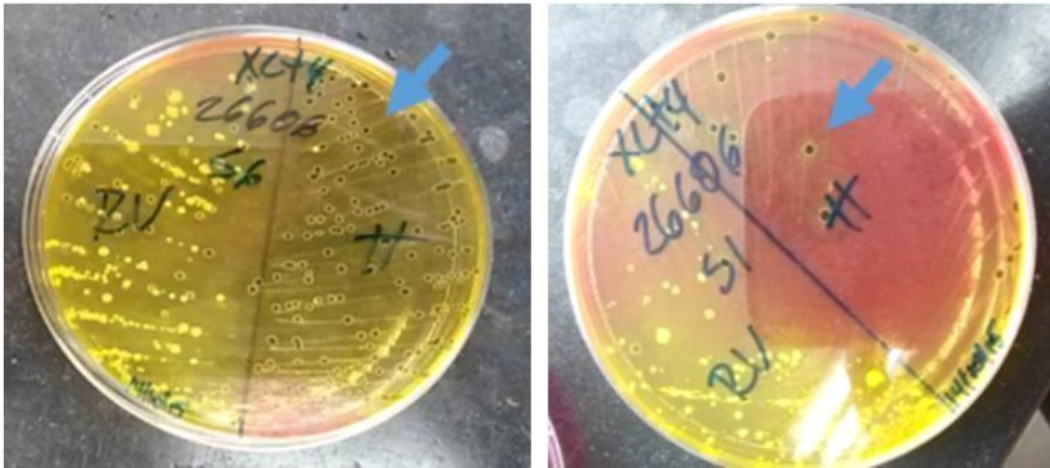


Ilustración 5 Crecimiento de Salmonella

Ilustración 6 Crecimiento de Salmonella

api 20E  
BIOHERIEX

Origin: Source / Herkunft /  
Origin / Origin / Typloken /  
Ursprung / Opredelne / Prochodzenie

Det.: Taxonem:  
*Salmonella spp.*

REFERENCIA: 34099 (Divisa)  
FECHA: 23/03/17

COMENTARIO:

CONFIRMACIÓN:

EXCELENTE IDENTIFICACION EN EL GENERO

Galeria: API 20 E V4.1  
Perfil: 8504552  
Nota: CONFIRMAR POR PRUEBAS SEROLOGICAS

Taxón significativo	% ID	T	Pruebas en contra
Salmonella spp	93.9	0.96	
Salmonella choleraesuis ssp arizonae	6.8	0.87	ONPG 98% CIT 75%

Taxón siguiente	% ID	T	Pruebas en contra
Salmonella choleraesuis ssp choleraesuis	0.1	0.23	ADH 15% MEL 20% ARA 0%

© Cemar Imprint

Ilustración 6 Resultados API E 20