

**Prevalencia y cuantificación de *Salmonella*  
*spp* y *Escherichia coli* en carne de pollo a la  
venta en Tegucigalpa**

**Willington David Ramirez Moreta**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**  
**Honduras**  
Noviembre, 2015

ZAMORANO  
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

# **Prevalencia y cuantificación de *Salmonella* *spp* y *Escherichia coli* en carne de pollo a la venta en Tegucigalpa**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniero en Agroindustria Alimentaria en el  
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

**Willington David Ramirez Moreta**

**Zamorano, Honduras**

Noviembre, 2015

# **Prevalencia y cuantificación de *Salmonella spp* y *Escherichia coli* en carne de pollo a la venta en Tegucigalpa**

Presentado por:

Willington David Ramirez Moreta

Aprobado:

---

Mayra Márquez, Ph.D.  
Asesora Principal

---

Luis Fernando Osorio, Ph.D.  
Director  
Departamento de Agroindustria  
Alimentaria

---

Luis Fernando Osorio, Ph.D.  
Asesor

---

Raúl H. Zelaya, Ph.D.  
Decano Académico

## **Prevalencia y cuantificación de *Salmonella spp* y *Escherichia coli* en carne de pollo a la venta en Tegucigalpa**

**Willington David Ramirez Moreta**

**Resumen:** El pollo es un producto industrializado influyente en los índices de enfermedades transmitidas por alimentos a nivel mundial. Los estudios de prevalencia son fundamentales en el desarrollo de la industria porque evalúan la calidad del procesamiento de estos productos y el riesgo que un mal proceso puede implicar para los consumidores. El objetivo fue determinar los niveles de prevalencia de *Salmonella* y *Escherichia coli* actuales en los supermercados más concurridos de Tegucigalpa, Honduras. Se analizaron 40 muestras de pollo en un período de cuatro meses, de ellas 20 pertenecían a pollo entero y 20 a pollo en partes. Se realizaron pruebas de presencia/ausencia y conteo por Número Más Probable para *Salmonella*, y también se contó *Escherichia coli* por el mismo método. Las prevalencias de *Salmonella* y *Escherichia coli* fueron del 15 y del 55% respectivamente del total de muestras analizadas. El pollo en partes obtuvo mayor cantidad de muestras positivas para coliformes totales, fecales, *E. coli* y *Salmonella*, sin embargo, los conteos microbiológicos de coliformes fecales de pollo entero fueron mayores a los presentados por el pollo en partes, esto se produjo por las malas prácticas en el procesamiento y a la contaminación cruzada que surge a lo largo de la producción. Se recomienda el análisis de los puntos de contaminación desde producción hasta la venta y comparar las prevalencias en los diferentes puntos de muestreo y realizar una identificación de las cepas aisladas.

**Palabras clave:** Aves de corral, coliformes fecales, NMP, patógenos, prevalencia.

**Abstract:** Chicken is an influential industrialized product in the indexes of foodborne diseases worldwide. Prevalence studies are fundamental to the development of the industry, which assesses the quality of the processing of these products and the risk that a bad process may affect consumers. The objective was to determine the levels of prevalence of *Salmonella* and *Escherichia coli* present in the more crowded supermarkets in Tegucigalpa, Honduras. We analyzed 40 samples of chicken in a period of four months, 20 of them belonged to whole chicken and 20 to chicken in parts. Tests were carried out for presence/absence and count by Most Probable Number for *Salmonella*, and also attended *Escherichia coli* by using the same method. The prevalence of *Salmonella* and *Escherichia coli* was 15% and 55% respectively of the total number of samples analyzed. The chicken in parts obtained a higher number of positive samples for total coliforms, fecal *E. coli* and *Salmonella*, however, the microbiological counts of fecal coliforms in whole chicken were larger than those presented by chicken parts, this is due to bad practices in the processing and to cross-contamination that emerges along the production chain. It is necessary to recommend the analysis of the points of pollution from production to sale and compare the prevalence in the different sampling points and perform an identification of the isolated strains.

**Key words enzymatic** Fecal Coliforms, MPN, pathogens, poultry, prevalence..

## CONTENIDO

Portadilla .....	i
Página de firmas .....	ii
Resumen .....	iii
Contenido .....	iv
Índice de Cuadros y Anexos.....	v
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>3</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>6</b>
<b>4. CONCLUSIONES.....</b>	<b>13</b>
<b>5. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>14</b>
<b>6. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>15</b>
<b>7. ANEXOS .....</b>	<b>20</b>

## ÍNDICE DE CUADROS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Prevalencia encontrada de coliformes totales en pollo.....	6
2. Prevalencia encontrada de coliformes fecales en pollo.....	7
3. Prevalencia total de <i>Escherichia coli</i> encontrada por NMP en pollo.....	8
4. Prevalencia encontrada de <i>Salmonella</i> por presencia/ausencia en pollo.....	8
5. Estudios internacionales sobre la prevalencia de <i>Salmonella</i> en carne de pollo....	9
6. Comparación de los conteos de coliformes totales, coliformes fecales y <i>E. coli</i> en muestras positivas de pollo entero y en partes. ....	11
Anexos	Página
1. Datos totales recopilados de las muestras de pollo entero .....	20
2. Datos totales recopilados de las muestras de pollo en partes .....	21

## 1. INTRODUCCIÓN

*Salmonella* es un microorganismo que causa morbilidad y mortalidad en humanos y animales, la importancia de esta bacteria y su impacto socioeconómico se siente a nivel mundial. Está asociada a enfermedades transmitidas por los alimentos (ETA's), causando infecciones e intoxicaciones que se reportan año tras año desde tiempos pasados. El consumo de alimentos es la principal fuente de brotes de infecciones que se reportan, (Rojas y Gonzales, 2006). Los alimentos mínimamente procesados poseen una carga bacteriana que tiene la capacidad de adaptarse a distintos ambientes, aumentando sus posibilidades de sobrevivencia y reproducción en los alimentos (Zamudio *et al.*, 2011).

*Salmonella* pertenece a la familia *Enterobacteriaceae* es un bacilo corto, de dimensiones que van desde 0.7 a 1.5 x 2.5  $\mu\text{m}$ , es una bacteria Gram negativa aerobia o anaerobia facultativa, oxidasa negativa pero catalasa positiva. *Salmonella* fermenta azúcares con producción de gas, es una bacteria no-esporulada, produce ácido sulfhídrico, y tiene movimiento por flagelos peritricos. Además ésta bacteria se puede desarrollar en un rango de temperaturas desde 6 a 46°C, sin embargo su temperatura óptima es de 37°C con rango de pH que va desde 4.1 a 9.0 siendo el rango óptimo de 6.5 a 7.5 y Aw de 0.93 (Albrecht, 2005; Forshell y Wierup, 2006).

En Estados Unidos el servicio de investigación económica del USDA estimó un costo de \$2.65 billones de dólares cada año a causa de infecciones provocadas *Salmonella* (Roos, 2010). La salmonelosis es una infección intestinal causada por *Salmonella*, esta enfermedad se transmite por alimentos contaminados, el ciclo de incubación de esta enfermedad es de 12 a 72 horas (CDC, 2015). *Salmonella* afecta a los humanos causando diarrea, dolores abdominales y fiebre (FSIS, 2013) debilitando las defensas del individuo para luego pasar al torrente sanguíneo y causar enfermedades más graves que pueden llegar a causar la muerte (NTG, 2014). En Estados Unidos se estima que esta bacteria es causante de aproximadamente 1.2 millones de casos y 450 muertes que se dan debido a *Salmonella* no tifoidea cada año (CDC, 2015).

En 2004 la Unión Europea reportó 192,703 casos de salmonelosis, *Salmonella* Enteritidis es responsable del 76% de todos los casos reportados (EFSA, 2005). En Estados Unidos se han reportado niveles de prevalencia del 24.02% del total de productos crudos provenientes de pollo en partes a nivel nacional (FSIS, 2012b).

Existen más de 2600 serotipos diferentes de *Salmonella* identificados hasta la actualidad, los serotipos son las clasificaciones con las cuales se denominan a los organismos en base a los antígenos que presentan en su superficie celular (Rhen, 2007). En la Unión Europea los serotipos más comunes asociados con enfermedades en humanos son *Salmonella* Typhimurium y *Salmonella* Enteritidis (CDC, 2015).

Las afecciones causadas por esta bacteria se asocian con infecciones, donde la bacteria se reproduce en el organismo del huésped. *Salmonella* ingresa al tracto digestivo de los animales y personas a través de comida o agua contaminados a causa de una higiene deficiente (Rhen, 2007).

Debido al alcance que tiene *Salmonella* a nivel mundial se han realizado distintos estudios en busca de analizar los niveles de prevalencia y serotipos de esta bacteria presente en los alimentos, en especial en carnes, y la de mayor importancia, la carne de pollo.

El Codex Alimentarius es una entidad influyente en la promoción de los modelos, criterios y compilaciones de prácticas alimentarias. Esta entidad publicó lineamientos de análisis microbiológico para el control de *Campylobacter* y *Salmonella* en carne de pollo. Estos lineamientos fueron desarrollados como una guía específica en el control de estas bacterias en carne de pollo y son aplicables en el flujo de proceso de un establecimiento industrializado (Codex Alimentarius, 2015).

Los nuevos estándares establecidos por el FSIS/USDA para *Salmonella* establecen límites de contaminación no mayores al 15.4% en partes de pollo mientras que los límites anteriores en productos de pollo admitían un 44.6% de contaminación en pollos de campo, además de los casos de salmonelosis asociados con productos regulados por el FSIS el pollo representa el 58% de los casos. Es por esto que el FSIS propuso estos cambios en los métodos de muestreo y acción con la meta de reducir al menos un 30% del total de enfermedades causadas por carne de pollo (FSIS, 2015). Los esfuerzos por controlar la presencia de *Salmonella* en las industrias procesadoras de canales de pollo se ven afectados por los distintos serotipos de esta bacteria. El predominio y variabilidad de ciertos serotipos de *Salmonella* en distintos ambientes y países dificulta el control de la misma en las canales que se procesan. (Mead *et al.*, 2010).

En Honduras las entidades públicas que rigen a las industrias procesadoras de pollo no mantienen un informe sobre la prevalencia de los productos que se encuentran a la venta para la población. El establecimiento de este estudio fue necesario debido a la falta de información por parte de las industrias de pollo en cuanto a los análisis de prevalencia s dentro de cada establecimiento. En Honduras no se han publicado estudios base para la estimación de la prevalencia real de *Salmonella* y *Escherichia coli* por lo que no se encuentran lineamientos de inocuidad de productos provenientes de pollo crudo. Es necesario reportar los niveles de prevalencia actuales del pollo crudo en comercialización para identificar posibles cambios en la industria que ayuden a mejorar la inocuidad de estos productos.

De acuerdo a la problemática se plantearon los siguientes objetivos:

- Analizar la prevalencia de las bacterias *Salmonella* y *Escherichia coli* en carne de pollo a la venta en cinco supermercados de Tegucigalpa.
- Identificar las presentaciones de este producto con más prevalencia en cuanto a los niveles de *Salmonella* y *Escherichia coli*.
- Comparar los niveles cuantificables encontrados en las distintas presentaciones de pollo (entero, en partes).



## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

**Ubicación.** El presente estudio se realizó en las instalaciones del laboratorio de microbiología Zamorano (LMAZ) ubicado en el complejo industrial del Departamento de Agroindustria Alimentaria, valle de Yegüare a 30 km sur este de Tegucigalpa por la ruta CA-6, municipio de San Antonio de Oriente, Francisco Morazán, Honduras. Las muestras de este estudio se recolectaron de manera aleatoria de los supermercados de mayor preferencia por la población de Tegucigalpa: Supermercados A, B, C, D y E (CDPC, 2012).

**Pruebas preliminares.** Debido a la complejidad y duración de los análisis de recuperación y aislamiento de *Salmonella* fue necesario el realizar pruebas preliminares para familiarizarse con los medios y procesos utilizados. También se determinaron los medios disponibles en el laboratorio y se probó su efectividad para el aislamiento de los microorganismos deseados. Se realizaron pruebas de aislamiento y recuperación (presencia/ausencia) y Numero Más Probable (NMP) de *Salmonella* a partir de pollo congelado a la venta. La importancia de las pruebas preliminares se basó en la organización y planificación de los periodos de incubación, tiempo de procesamiento de muestras y familiarización con los resultados positivos y negativos de *Salmonella*.

Para determinar el tamaño de muestra se consideraron tres factores: la toma de datos durante cuatro meses, los cinco supermercados en los cuales se realizara el muestreo, y la toma de dos muestras de pollo de cada supermercado, dando un total de 40 muestras.

Las muestras tomadas fueron clasificadas en dos tipos: pollo entero y pollo en piezas, tomados aleatoriamente durante cuatro meses, las muestras se transportaron en una hielera con packs refrigerantes para mantenerlas a 4°C para su transporte el mismo día hasta el laboratorio de Análisis Microbiológico ubicado en Zamorano (FSIS, 2012b).

La metodología de análisis de *Salmonella* y *Escherichia coli* está basada en los métodos utilizados por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), con ligeras adaptaciones en el uso de distintos medios de cultivo disponibles (FSIS, 1997: FSIS, 2014b).

El tamaño de muestra se estimó partiendo del límite mínimo de 10 muestras por análisis establecido por el FSIS para estudios de prevalencia (FSIS, 2012a). Debido al alcance de este estudio, disponibilidad de material, capacidad del analista, tiempo empleado en el procesamiento de muestras y según la experiencia adquirida en las pruebas preliminares un total de 20 muestras por cada tipo de pollo fue establecido.

**Preparación de muestras.** Las muestras tomadas al azar se transportaron en una hielera y se tomó la temperatura de toma y la de llegada al laboratorio. Una vez arribadas las muestras se descongelaron en un refrigerador a 4°C durante 24 horas.

**Procesamiento de muestras.** Cada muestra se desinfectó al exterior del empaque con alcohol al 70%, se midió su temperatura de procesamiento y con un bisturí estéril se retiró el empaque plástico para la extracción de las muestras o el contenido en un ambiente controlado (laboratorio).

### ***Salmonella.***

**Preenriquecimiento.** Para las muestras de pollo separadas (pechugas) se agregaron 25 g de muestra con 225 ml de agua bufferada peptonada (BPW) y se homogeneizó en un homogeneizador peristáltico por dos minutos. Las muestras de pollo entero se procesaron por método de enjuague retirando el empaque y eliminando el exceso de fluidos. El enjuague del pollo entero se realizó con 400 ml de agua peptonada bufferada la cual se agregó en la cavidad del pollo. Para realizar exitosamente el enjuague, el pollo con el líquido de enjuague se agitó vigorosamente durante un minuto.

Se transfirieron  $30 \pm 0.6$  ml del enjuague a una bolsa estéril y se agregaron  $30 \text{ ml} \pm 0.6$  de agua bufferada peptonada estéril y se homogeneizó durante dos minutos en un homogeneizador peristáltico. Usando las muestras homogeneizadas, se inocularon con 1 mL los tubos con la dilución correspondiente para el método del “Número Más Probable” (NMP). Para cada muestra se realizaron tres series de tres tubos ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  y  $10^{-3}$ ) con 10 mL de agua peptonada bufferada (BPW). Las muestras de presencia/ausencia y los tubos de NMP se incubaron a  $35 \pm 2^\circ\text{C}$  por 24 horas.

**Enriquecimiento selectivo.** Para el análisis de presencia/ ausencia se inocularon  $0.5 \pm 0.05$  ml y  $0.1 \pm 0.02$  ml de las muestras incubadas en 10 ml de caldo Tetratoato (TT) y 10 ml de caldo Rappaport Vassiliadis (RV) respectivamente. Para el análisis del NMP se utilizaron tres series de tres tubos con 10 mL de RV los cuales fueron inoculados con  $0.1 \pm 0.02$  ml de muestra los tubos incubados. Todos los tubos inoculados de RV y TT se incubaron a  $42^\circ\text{C}$  durante 24 horas.

**Agares selectivos.** Después de cumplido el tiempo de incubación, con una asa microbiológica, se inocularon platos Petri con tres agares selectivos utilizando los tubos de RV y TT pertenecientes al análisis de presencia/ausencia como fuente del inóculo. Los platos Petri contenían agar Xilosa Lisina Desoxicolato (XLD), Verde Brillante Sulfa (BGS) o Sulfito Bismuto (SBA) y Entérico Hektoen (HE). Los tubos con RV provenientes de NMP fueron inoculados en agar XLD, pues la efectividad y disponibilidad de medios para el aislamiento de colonias típicas de *Salmonella* se incrementa combinando estos dos medios (Hyeon *et al.* 2012). Todos los platos con agares selectivos se incubaron a  $35^\circ\text{C}$  por 24 horas.

**Pruebas bioquímicas.** De los agares selectivos se seleccionaron las colonias típicas y atípicas para realizar pruebas bioquímicas en tubos con caldo Úrea, agar inclinado de Triple Azúcar Hierro (TSI) y Lisina Hierro (LIA). Todos los tubos de pruebas bioquímicas se incubaron a  $35^\circ\text{C}$  durante 24 horas.

Las colonias que presentaron características propias de *Salmonella* se almacenaron en tubos de agar Cuenta Estándar (ACE) a  $4^\circ\text{C}$  para posteriores pruebas serológicas (aglutinación).

**Prueba de aglutinación.** Las cepas aisladas se reactivaron en ACE por el método de estriado a 35°C durante 24 horas. Para estas pruebas se trabajó con colonias aisladas, el proceso de aglutinación se realizó en porta objetos utilizando Suero BD *Salmonella* O Antiserum Poly A-I & Vi, cada prueba se realizó con una agitación de 1 minuto en placa. Las cepas que presentaban aglutinaciones se reportaron como positivas de *Salmonella*.

### ***Escherichia coli***

**Preenriquecimiento.** Para el proceso de pre enriquecimiento se utilizó el mismo procedimiento que el análisis de *Salmonella*. Para el pollo entero se inocularon los tubos de NMP con el enjuague realizado y en la dilución correspondiente y para el pollo en partes, se extrajo el inóculo de la muestra homogeneizada (25 g de muestra en 225 mL de BPW) y se inocularon los tubos de NMP realizando la dilución correspondiente (FSIS, 2014a).

Para cada muestra se realizaron tres series de tres tubos ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  y  $10^{-3}$ ) con 10 mL de caldo Lauril Triptona con campana de fermentación (CLT). Los tubos de NMP se incubaron a  $35 \pm 2^\circ\text{C}$  por 48 horas, extrayendo las primeras pruebas positivas a las 24 horas para el siguiente proceso de enriquecimiento selectivo.

**Enriquecimiento selectivo.** Las muestras positivas de los tubos de CLT se transfirieron, con una asa microbiológica, a tubos con 10 ml de caldo *Escherichia coli* (CEC) con campana de fermentación. Los tubos inoculados se incubaron a 45.5°C durante 48 horas extrayendo las muestras positivas a las 24 horas para el siguiente proceso de agar selectivo.

**Agar selectivo.** Después de cumplido el tiempo de incubación, se extrajeron los tubos positivos y se inocularon platos Petri con agar Bilis Rojo Violeta con MUG (ABRV-MUG) por el método de estriado. Todos los agares inoculados se incubaron a 35°C por 24 horas. Una vez cumplido el tiempo de incubación se observó la presencia de fluorescencia de las colonias al entrar en contacto con luz ultravioleta en un cuarto oscuro. Los platos Petri que presentaran fluorescencia se reportaron como positivos para el conteo de NMP para *Escherichia coli*.

**Análisis estadístico.** Se analizaron las diferencias entre la carga bacteriana entre tipos de muestras mediante una comparación “Chi-Cuadrado” ( $\chi^2$ ) y las medias geométricas encontradas en cada tipo de pollo mediante una “Prueba T de Welch”. Se utilizó el programa estadístico S.A.S. 6.3, para la comparación de  $\chi^2$  con valores en tabla correspondientes a un índice de confiabilidad del 95% y se investigaron diferencias estadísticas encontradas entre los resultados obtenidos.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante este estudio un total de 40 muestras fueron analizadas, 20 muestras pertenecientes a pollo en partes y 20 pertenecientes a pollo entero. Se muestrearon cinco establecimientos y cuatro marcas diferentes de pollo en el total de muestras. La temperatura promedio de muestreo para pollo entero fue  $-3.9^{\circ}\text{C}$  (min=  $-11.3^{\circ}\text{C}$ ; max=  $7.1^{\circ}\text{C}$ ) y temperatura promedio de pollo en partes fue  $-1.5^{\circ}\text{C}$  (min=  $-10.1^{\circ}\text{C}$ ; max=  $6.3^{\circ}\text{C}$ ). Las cepas positivas de *Salmonella* se mantienen almacenadas en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos Zamorano para posteriores investigaciones.

El análisis del total de muestras positivas de coliformes totales (Cuadro 1) se tomó en cuenta como prueba presuntiva, contabilizando los tubos positivos de Caldo Lauril Triptona (CLT), con un total de 39 muestras que superan los límites mínimos del análisis utilizado. La prevalencia general de coliformes totales es del 97.5% el cual es mayor en comparación del 88.46% de nivel de prevalencia que se reporta en Estados Unidos (FSIS, 2012d). Estos niveles encontrados denotan un procesamiento deficiente del pollo ya que este grupo de microorganismos son indicadores de buenas prácticas sanitarias y su conteo es inversamente proporcional a la calidad sanitaria de un flujo de proceso (Castañeda *et al.*, 2013).

Cuadro 1. Prevalencia encontrada de coliformes totales en pollo

Análisis	Tipo de muestra	Número total de muestras	Muestras positivas (>3NMP/mL o g)	Porcentaje (%)	Rango porcentual (IC 95%)
<b>Prevalencia total (Coliformes totales)</b>	Pollo entero	20	19	95.0	75.13 - 99.87
	Pollo en partes	20	20	100.0	83.16 - 100
	Total	40	39	97.5	86.84 - 99.94

Los resultados obtenidos del cálculo  $X^2$  entre muestras dieron un resultado de 0.125. Este valor se comparó con la tabla de  $X^2$ . En la tabla se obtuvo un resultado de 3.84. El valor de  $X^2$  obtenido es menor que el esperado por lo cual no existe una diferencia estadística entre el número de muestras positivas encontrado en los dos tipos de pollo. Debido a la finalidad de la canal de pollo después del proceso de enfriado la mayor cantidad de contaminación microbiológica se presenta en el pollo en partes. Este tipo de contaminación se genera por la manipulación y procesamiento que recibe, el mayor factor de contaminación se da a causa de las condiciones higiénicas de los equipos y herramientas utilizadas al entrar en contacto con el pollo listo para empacar (ICMSF, 2006).

En el análisis de prevalencias de coliformes fecales (Cuadro 2) se tomaron en cuenta los tubos positivos de Caldo EC y se reportaron utilizando la tabla de NMP con la combinación de tubos. Para la estimación de este análisis se tomaron como positivos los tubos con conteos mayores a 3 NMP/mL o g, dando como resultado nueve muestras positivas para las muestras analizadas provenientes de pollo entero. En cambio para las muestras provenientes de pollo en partes se encontraron un total de 17 muestras positivas representando el 85% del total de muestras de ese tipo con un índice de confiabilidad de 95% que va desde 62.11 a 96.79%.

Cuadro 2. Prevalencia encontrada de coliformes fecales en pollo

Análisis	Tipo de muestra	Número total de muestras	Muestras positivas (>3NMP/mL o g)	Porcentaje (%)	Rango porcentual (IC 95%)
<b>Prevalencia total (Coliformes fecales)</b>	Pollo entero	20	9	45.0	23.06 - 68.47
	Pollo en partes	20	17	85.0	62.11 - 96.79
	Total	40	26	65.0	48.32 - 79.37

Para determinar la existencia de diferencias entre tipos de muestras y el total de muestras positivas se realizó un análisis mediante el uso de “Chi-Cuadrado”, el  $X^2$  calculado fue 7.23 el cual es mayor al  $X^2$  esperado, con un coeficiente con el 95% de significancia de 3.84. Este análisis nos indica una diferencia estadísticamente significativa entre los tipos de muestras, siendo el pollo en partes el de mayor cantidad de conteos positivos. El incremento de las muestras positivas en este tipo de muestras se dá principalmente por la cantidad de procesamiento que conlleva el proceso de elaboración. Factores como la implementación de las “Buenas Practicas de Manufactura” (BPM) y Análisis de Puntos Críticos de Control (HACCP) ayudan a disminuir el riesgo que se genera al incrementar los procesos en un producto alimenticio (Castañeda *et al.*, 2013).

Los niveles de prevalencia de *Escherichia coli* (Cuadro 3) fueron de 22 muestras positivas que se encontraban arriba de 3NMP/mL o g del total de 40 muestras tomadas. Esto representa el 55% de muestras totales con un intervalo de confianza del 95% que va desde 38.49 al 70.74%. En Estados Unidos el nivel de prevalencia de *E. coli* para pollo en partes es de 62.26% (FSIS, 2012d) el cual se encuentra entre el rango de las muestras en partes que va de 40.78 a 84.61%. Los niveles de prevalencia encontrados son variables debido al número de muestras totales analizadas, este rango porcentual se puede reducir incrementando el número total de muestras.

Cuadro 3. Prevalencia total de *Escherichia coli* encontrada por NMP en pollo.

Análisis	Tipo de muestra	Número total de muestras	Muestras positivas (>3NMP/mL o g)	Porcentaje (%)	Rango porcentual (IC 95%)
<b>Prevalencia total (<i>E. coli</i>)</b>	Pollo entero	20	9	45.0	23.06 - 68.47
	Pollo en partes	20	13	65.0	40.78 - 84.61
	Total	40	22	55.0	38.49 - 70.74

En el análisis estadístico entre los tipos de pollo analizados se encontró una diferencia estadística entre la cantidad de muestras positivas encontradas en cada tipo de pollo, mediante el cálculo del “Chi-Cuadrado” en el programa S.A.S. El valor calculado de  $X^2$  fue de 7.6 el cual es mayor a 3.84 que es el valor esperado con un índice de significancia del 95%. Esto nos indica que la cantidad de muestras positivas encontrada en el pollo en partes es mayor al número de muestras encontradas en el pollo entero y esta diferencia es estadísticamente significativa.

En los resultados del análisis de *Salmonella* (Cuadro 4) los niveles totales encontrados fueron del 15% del total de las muestras analizadas, con un índice de confiabilidad del 95% que va desde 5.71 a 29.84%. La significancia de los niveles de prevalencia encontrados no es exacto, debido al tamaño de muestra utilizada que genera una desviación estándar de gran tamaño.

Cuadro 4. Prevalencia encontrada de *Salmonella* por presencia/ausencia en pollo.

Análisis	Tipo de muestra	Número total de muestras	Muestras positivas (presencia/ausencia)	Porcentaje (%)	Rango porcentual (IC 95%)
<b>Prevalencia total (<i>Salmonella</i>)</b>	Pollo entero	20	2	10.0	1.23 - 31.7
	Pollo en partes	20	4	20.0	5.73 - 43.66
	Total	40	6	15.0	5.71 - 29.84

Los niveles de prevalencia de *Salmonella* fueron de seis muestras positivas, del total de 40 muestras tomadas. Esto representa el 15% de muestras totales con un intervalo de confianza del 95% que va desde 5.71 a 29.84%. El número de muestras positivas de cada tipo de pollo fue analizado mediante el cálculo del “Chi-Cuadrado” en el programa S.A.S. El valor calculado de  $X^2$  fue de 30.73 el cual es mayor a 3.84 que es el valor esperado con un índice de significancia del 95% y un grado de libertad. Esto nos indica que la cantidad de muestras positivas encontradas en el pollo en partes es mayor al número de muestras encontradas en el pollo entero y esta diferencia es estadísticamente significativa.

Según estudios realizados en México, las cepas de mayor aislamiento en carne de pollo son *Salmonella* Enteritidis y *Salmonella* Typhimurium. También se realizaron análisis de las

heces fecales de pacientes con diarrea, se aisló *Salmonella* no-Typhi del 12.8% del total de pacientes, de estos aislamientos los serotipos más frecuentes fueron Typhimurium (22.2% y Enteritidis (14.5%). En el estado de Yucatán en México, se encontraron similitudes genéticas entre cepas aisladas de carnes crudas y cepas aisladas de pacientes con síntomas de infecciones intestinales (Zaidi *et al.*, 2006).

Conteos elevados en los niveles de coliformes fecales y *E. coli* no han demostrado una correlación de presencia de *Salmonella* en un producto alimenticio, por lo cual, altos niveles de microorganismos indicadores como coliformes totales, fecales y *E. coli* no se asocian con la presencia e índices elevados de *Salmonella* en alimentos (Cerna *et al.*, 2013).

Las prevalencias de *Salmonella* encontradas en los distintos países (Cuadro 5) expresan alta variabilidad, la mayor prevalencia expresada entre los estudios encontrados es de 41.60% del total de muestras analizadas. Honduras con un total de 15% de prevalencia total (pollo entero y en partes) se encuentra cercano con resultados encontrados en España y Gauteng con 12.40 y 19.00% respectivamente. Honduras con una prevalencia total de 15% para pollo entero y en partes se mantiene por bajo los niveles de riesgo establecidos en Panamá de 23% máximo para los productos crudos procedentes de pollo (COPANIT, 2007).

Cuadro 5. Estudios internacionales sobre la prevalencia de *Salmonella* en carne de pollo

Lugar de estudio	Año de estudio	Tipo de producto	Prevalencia encontrada (%)	Referencia
Australia	2011	Pollo entero	37.70	Duffy <i>et al.</i> , 2011
Brasil	2005	Pollo entero	13.30	Carvalho y Cortez, 2005
Brasil	2005	Pollo en partes	30.00	Carvalho y Cortez, 2005
China	2013	Pollo entero	41.60	Zhu <i>et al.</i> , 2014
España	2006	Pollo en partes	12.40	Alvarez <i>et al.</i> 2012
Estados Unidos	2013	Pollo entero	30.00	Williams <i>et al.</i> , 2013
Estados Unidos	2012	Pollo en partes	24.02	FSIS, 2012
Finlandia	2004	Pollo entero y partes	<1.00	Maijala <i>et al.</i> , 2005
Morocco	2008	Pollo entero y partes	20.83	Abdellah <i>et al.</i> 2009
Gauteng (Sud África)	2003	Pollo entero	19.00	Van Nierop <i>et al.</i> 2005
Venezuela	2010	Pollo entero	20.00	Molina <i>et al.</i> , 2010

Debido al impacto económico directo hacia la industria que implica el controlar los niveles de prevalencia de *Salmonella* en el producto terminado, se han realizado análisis buscando identificar el costo-beneficio de manejar prevalencias por debajo del límite permitido. En Finlandia niveles por debajo del 1% del total de muestras analizadas han generado proporciones de costo - beneficio que varía desde 5.4 hasta 258.1 euros en beneficio a la población al reducirse los casos de salmonelosis. El impacto de este programa de control para la industria, demuestra que niveles bajos de prevalencia de *Salmonella* en carne de pollo son metas alcanzables sin implicación de costos altos de procesamiento (Maijala *et al.*, 2005).

Los criterios microbiológicos de alimentos para Centroamérica se rigen mediante el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA), sin embargo en el reglamento actual no existen niveles establecidos para la carne de pollo. En versiones anteriores del RTCA se

incluía la carne de pollo, en la actual se han eliminado, debido a la falta de controles por parte del gobierno y la capacidad de la industria de cumplir con estos criterios (RTCA, 2008; RTCA, 2009). Debido a la falta de un límite establecido en el Reglamento Técnico Centroamericano actual, la prevalencia fue comparada con los niveles reportados en Estados Unidos por la FSIS. En Estados Unidos la prevalencia nacional de *Salmonella* es de 24.02% en productos provenientes de pollo crudo (FSIS, 2012d), esta prevalencia es mayor a la encontrada en este estudio.

Los análisis de datos recolectados utilizando el método propuesto por el FSIS explica las posibles causas por lo cual un análisis de prevalencia no puede ser estimado. El muestreo en base al riesgo (índices de prevalencia de cada establecimientos), prioridad de producción (productos de temporada), muestreo anunciado (anticipación al muestreo) y agrupamiento de muestras. Todos estos factores condicionan los resultados obtenidos en el análisis de los datos recolectados, a su vez estos condicionan los resultados de prevalencia por establecimiento. Factores de error en muestreos, incumplimiento de normas de higiene en la industria y falta de conocimiento de los microorganismos y su comportamiento a lo largo de la cadena alimentaria impiden el establecimiento de límites microbiológicos en pollo y sus derivados (FSIS, 2012c).

Para garantizar la inocuidad de los alimentos producidos es necesario fijar límites en base al riesgo que representan los alimentos a la población. Los límites están definidos por la carga bacteriana presente y el peligro que estas bacterias representan al consumidor. Así mismo los objetivos de desempeño están ligados a la ausencia de microorganismos que puedan producir alteraciones en el producto final. Y para medir que tan aplicables son estos objetivos se debe llevar un control de rendimiento que asegure una ausencia de productos que no cumplan los lineamientos establecidos anteriormente (Codex Alimentarius, 2015). El análisis realizado se plantea como un estudio base para establecer objetivos de inocuidad, desempeño y rendimiento basándose en los resultados obtenidos y futuros análisis por realizarse.

Para el análisis de conteos finales (Cuadro 6) se analizaron la media de los diferentes resultados, debido a los valores extremos existentes en las observaciones, se comparó dos tipos de medias: la media aritmética y la media geométrica en los niveles de los análisis realizados.



Cuadro 6. Comparación de los conteos de coliformes totales, coliformes fecales y *E. coli* en muestras positivas de pollo entero y en partes.

Análisis	Tipo de muestra	Media aritmética NMP/mL o g	Desv. Est. NMP/mL o g	Media geométrica NMP/mL o g	Media geométrica IC 95%	Media geométrica Log <sub>10</sub>
<b>Coliformes totales</b>	Pollo entero	366.59	964.29	27.54	11.48 - 66.07	1.44
	Pollo en partes	616.69	1121.72	144.54	69.18 - 302.00	2.16
<b>Coliformes fecales</b>	Pollo entero	2109.39	1823.66	42.66	7.94 - 229.09	1.63
	Pollo en partes	22.24	22.77	14.45	9.33 - 22.39	1.16
<b><i>Escherichia coli</i></b>	Pollo entero	129.44	364.01	11.48	3.55 - 37.15	1.06
	Pollo en partes	25.11	25.24	15.85	9.33 - 26.92	1.20

En los niveles encontrados de coliformes totales se encontraron rangos desde 11.48 NMP/mL o g hasta 302.00 NMP/mL o g en un índice de confiabilidad del 95%. Sin embargo, se encontraron dos muestras pertenecientes al pollo entero y cuatro muestras de pollo en partes, las cuales contaban con conteos  $\geq 1100$  NMP/mL o g. Se realizó el correspondiente análisis estadístico de las medias geométricas encontradas en cada tipo de pollo mediante una “Prueba T de Welch”. En el análisis estadístico se encontró que no existe una diferencia significativa entre los conteos por tipo de pollo ( $P=0.5587$ ), debido a los conteos extremos que incrementan la desviación estándar en la media del pollo en partes.

En cuanto a los niveles encontrados de coliformes fecales se encontraron muestras con conteos  $<3$  NMP/mL o g, así como muestras con conteos  $>1100$  NMP/mL. Se realizó el correspondiente análisis estadístico de las medias geométricas encontradas en cada tipo de pollo mediante una “Prueba T de Welch”. En el análisis estadístico se encontró que existe una diferencia significativa entre los conteos por tipo de pollo ( $P= 0.0058$ ), siendo el pollo entero el tipo de pollo con mayores niveles de contaminación de coliformes fecales.

La disminución en los niveles microbiológicos de coliformes fecales se da por los controles que ciertas industrias llevan en su flujo de procesamiento. Al realizar el proceso de fraccionado (elaboración de pollo por partes), se remueve la piel en la cual se encuentra la mayor cantidad de carga microbiana con lo que se da la disminución de la carga microbiológica total (Jiménez *et al.*, 2002). La presencia de coliformes fecales están altamente relacionados con la presencia de *E. coli*, por lo que altos conteos de coliformes fecales resultarían en conteos altos de *E. coli* (Cerna *et al.*, 2013).

Los niveles encontrados de *Escherichia coli* se representaron en NMP/mL o g. sin embargo los límites establecidos como aceptables en Estados Unidos van en un rango desde 100 UFC/g o mL hasta 1000 UFC/g o mL (FSIS, 1997). Estos niveles no pueden ser estimados con exactitud debido a que los resultados encontrados se basan en dos medidas diferentes las cuales estiman valores en base a variables diferentes. Sin embargo los conteos estimados por NMP son ligeramente mayores a los conteos utilizando como medida las Unidades Formadoras de Colonias (UFC) (Gronewold y Wolpert, 2008). De esta manera se estima que el 95.45% del total de muestras positivas se encuentra por debajo del límite máximo aceptable que es 1000 UFC/g o mL.

Se analizaron estadísticamente las media geométricas para los conteos de *Escherichia coli* de cada tipo de pollo utilizando una “Prueba T de Welch”. Se encontró que no existe una diferencia estadística entre los conteos encontrados ( $P=0.2954$ ), por lo tanto los conteos encontrados en los dos tipos de muestras son estadísticamente iguales.

Entre varios de los procesos realizados durante la cosecha de canales de pollo se ha identificado los puntos críticos de contaminación de bacterias patógenas. El proceso de eviscerado es el proceso de mayor influencia en los conteos de bacterias patógenas provenientes del tracto intestinal de aves. En la industria de pollo el eviscerado se realiza mediante maquinarias automatizadas las cuales al ser mal operadas y desinfectadas representan un punto importante en la contaminación cruzada de las canales de pollo (Valera *et al.*, 2000).

Se han realizado estudios que asocian la presencia de coliformes fecales, con presencia de *E. coli* en los alimentos. A pesar de que los conteos de coliformes suelen ser mucho mayores en relación a los encontrados para esta bacteria patógena, se ha demostrado significancia estadística que asocia la presencia de coliformes fecales con presencia de *Escherichia coli* en alimentos (Cerna *et al.*, 2013).

La diferencia entre los conteos obtenidos demuestra mayor cantidad de muestras positivas en el pollo en partes a diferencia del pollo entero. Esta indagación se da principalmente por la adherencia que presentan las bacterias a la piel y superficies. Por lo cual, los enjuagues realizados para recuperar los microorganismos de una superficie recuperan una menor cantidad de bacterias que las muestras procesadas por peso (Jørgensen *et al.*, 2002).

Para el conteo de *Salmonella* no se expresaron resultados significativos, debido a que el 97.5% de las muestras tomadas presentaron niveles  $<3$  NMP/mL o g por debajo del rango de sensibilidad del análisis. Se logró contabilizar una muestra de tipo de pollo en partes, el cual presentó un conteo de 3.6 NMP/g.

## 4. CONCLUSIONES

- La prevalencia de *E. coli* en carne de pollo es elevada por lo que es necesario reducir la prevalencia de conteos elevados en productos de pollo. La reducción de la prevalencia de estas bacterias ayuda a disminuir los casos de ETA's en la población.
- El mayor número de muestras positivas encontradas de coliformes totales, fecales, *E. coli* y *Salmonella* fue en el pollo en partes.
- Pese a la mayor prevalencia en el pollo en partes, los conteos de las muestras positivas de pollo entero son mayores en coliformes fecales y *E. coli*. Esto se produce por deficiencia en la desinfección final durante el enfriamiento de la canal, no obstante la reducción en los conteos del pollo en partes es ocasionado fraccionado en piezas y la desinfección post fraccionado.

## 5. RECOMENDACIONES

- Realizar identificación serológica de las cepas de *Salmonella* aisladas en este estudio.
- Incrementar la cantidad de muestra a utilizar en el análisis del Número Más Probable (NMP) para ampliar el límite de detección.
- Continuar este estudio analizando la prevalencia entre marcas y zonas de distribución de pollo y examinar el pollo procesado artesanal e industrialmente para conocer la prevalencia de los dos tipos de pollo disponibles en el mercado

## 6. LITERATURA CITADA

Abdellah C., Fouzia R., Abdelkader C., Rachida S. y Mouloud Z. 2009. Prevalence and anti-microbial susceptibility of *Salmonella* isolates from chicken carcasses and giblets in Meknès, Morocco. *African Journal of Microbiology Research* 3, 215–219.

Albrecht J. 2005. *Salmonella* (en línea). Consultado el 15 de septiembre del 2015. Disponible en <http://www.foodsafety.unl.edu/pathogens/salmonella.html>

Alvarez E., Callejera C., Garcia C., Capita R. 2011. Prevalence and antimicrobial resistance of *Salmonella* serotypes isolated from poultry in Spain: Comparison between 1993 and 2006. *International Journal of Food Microbiology* 153: 281-287.

Barua H., Biswas P., Talukder K., Olsen K., Christensen J. 2013. Poultry as a possible source of non-typhoidal *Salmonella enterica* serovars in humans in Bangladesh. *Veterinary Microbiology* 168: 372-380.

Base SAS® 9.3 TS1M2. SAS Institute Inc., Cary, NC.

Carvalho A. y Cortez A. 2005. *Salmonella spp.* in carcasses, mechanically deboned meat, sausages and chicken meat. *Ciencia Rural* 35: 1465-1468.

Castañeda M., Varela D., Cortés C. y Valdés W. 2013. Calidad microbiológica de la carne de pollo (en línea). Consultado el 12 de octubre de 2015. Disponible en <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Documents/MANUALES%20INIFAP/19.%20Calidad%20microbiol%C3%B3gica%20de%20la%20carne%20de%20pollo.pdf>

Centers for Disease Control and Prevention. 2015. *Salmonella* (en línea). Consultado el 14 de septiembre del 2015. Disponible en <http://www.cdc.gov/salmonella/general/index.html>

Cerna J., Gomez C., Rangel E., Ramírez E. y Castro J. 2013. Presence of indicator bacteria, *Salmonella* and diarrheagenic *Escherichia coli* pathotypes on mung bean sprouts from public markets in Pachuca, Mexico. *Food Control* 31: 208-283.

Codex Alimentarius. 2011. Guidelines for the control of campylobacter and salmonella in chicken meat (en línea). Consultado 15 de febrero de 2015. Disponible en [http://www.codexalimentarius.org/download/standards/11780/CXG\\_078s.pdf](http://www.codexalimentarius.org/download/standards/11780/CXG_078s.pdf)

Codex Alimentarius. 2015. Manual de Procedimiento de la Comisión del Codex Alimentarius (en línea). Consultado el 20 de octubre de 2015. Disponible en [ftp://ftp.fao.org/codex/Publications/ProcManuals/Manual\\_23s.pdf](ftp://ftp.fao.org/codex/Publications/ProcManuals/Manual_23s.pdf)

Comisión Panameña de Normas Industriales y Técnicas. 2007. Tecnología de los alimentos carne de aves, pollo, gallina y gallo procesado listo para cocinar (crudo), entero y en cortes, y sus menudos (en línea). Consultado el 20 de octubre de 2015. Disponible en <https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/25936/7874.pdf>

Comisión para la Defensa y Promoción de la Competencia. 2012. Estudio sobre el sector de los supermercados en Honduras (en línea). Consultado 13 de Junio de 2014. Disponible en <http://www.cdpc.hn/pdf/Estudio%20Sector%20Supermercados.pdf>

Duffy A., Dykes G. y Fegan N. 2011. A review of the ecology, colonization and genetic characterization of *Salmonella enterica* serovar Sofia, a prolific but avirulent poultry serovar in Australia. *Food Research International* 45: 770-779.

European Food Safety Authority. 2005. Trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and antimicrobial resistance in the European Union in 2004. *The EFSA journal* 2006: 175p.

Food Safety and Inspection Service. 1997. Guidelines for *Escherichia coli* Testing for Process Control. Consultado el 14 de septiembre del 2015. Disponible en [http://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/3efc7f8e-e6a2-4997-91ba-9c579c2a1f14/Guideline\\_for\\_Ecoli\\_Testing\\_Slaughter\\_Estab.pdf?MOD=AJPERES](http://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/3efc7f8e-e6a2-4997-91ba-9c579c2a1f14/Guideline_for_Ecoli_Testing_Slaughter_Estab.pdf?MOD=AJPERES)

Food Safety and Inspection Service. 2012a. Changing the Set Sizes in Raw Ground Poultry Sampling (en línea). Consultado el 18 de febrero de 2015. Disponible en [http://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/fd2683bb-c409-4986-9d8a-49bb88ff6d80/Set\\_Sizes\\_in\\_Ground\\_Poultry\\_Sampling.pdf?MOD=AJPERES](http://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/fd2683bb-c409-4986-9d8a-49bb88ff6d80/Set_Sizes_in_Ground_Poultry_Sampling.pdf?MOD=AJPERES)

Food Safety and Inspection Service. 2012b. The analytical procedure for *Salmonella* (en línea). Consultado 31 de marzo de 2015. Disponible en <http://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/700c05fe-06a2-492a-a6e1-3357f7701f52/MLG-4.pdf?MOD=AJPERES>

Food Safety and Inspection Service. 2012c. Use of FSIS Regulatory Verification Sampling to Generate Prevalence Estimates (en línea). Consultado el 20 de octubre de 2015. Disponible en: [http://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/56b2ccbd-ad57-4311-b6df-289822d28115/Prevalence\\_Estimates\\_Report.pdf?MOD=AJPERES](http://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/56b2ccbd-ad57-4311-b6df-289822d28115/Prevalence_Estimates_Report.pdf?MOD=AJPERES)

Food Safety and Inspection Service. 2012d. The nationwide microbiological baseline data collection program: Raw chicken parts survey (en línea). Consultado el 11 de octubre del 2015. Disponible en [http://www.fsis.usda.gov/shared/PDF/Baseline\\_Data\\_Raw\\_Chicken\\_Parts.pdf](http://www.fsis.usda.gov/shared/PDF/Baseline_Data_Raw_Chicken_Parts.pdf)

Food Safety and Inspection Service. 2013. *Salmonella* questions and answers (en línea). Consultado el 14 de septiembre del 2015. Disponible en <http://www.fsis.usda.gov/wps/portal/fsis/topics/food-safety-education/get-answers/food-safety-fact-sheets/foodborne-illness-and-disease/salmonella-questions-and-answers>

Food Safety and Inspection Service. 2014a. Most Probable Number Procedure and Tables. Consultado el 20 de mayo de 2015. Disponible en <http://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/8872ec11-d6a3-4fcf-86df-4d87e57780f5/MLG-Appendix-2.pdf?MOD=AJPERES>

Food Safety and Inspection Service. 2014b. Isolation and Identification of *Salmonella* from Meat, Poultry, Pasteurized Egg and Catfish Products and Carcass and Environmental Sponges. Consultado el 12 de mayo del 2015. Disponible en <http://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/700c05fe-06a2-492a-a6e1-3357f7701f52/MLG-4.pdf?MOD=AJPERES>

Food Safety and Inspection Service. 2015. *Salmonella* Strategic Plan FY 2011-2016 (en línea). Consultado 15 de febrero de 2015. Disponible en [http://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/65602d92-d017-4edc-8536-5ed6aaa6b52a/Strategic\\_Plan\\_2011-2016.pdf?MOD=AJPERES](http://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/65602d92-d017-4edc-8536-5ed6aaa6b52a/Strategic_Plan_2011-2016.pdf?MOD=AJPERES)

Forshell L. y Wierup M. 2006. *Salmonella* contamination: a significant challenge to the global marketing of animal food products. Scientific and Technical Review: International office of Epizootics 25:541-554.

Gronewold A. y Wolpert R. 2008. Modeling the relationship between most probable number (MPN) and colony-forming unit (CFU) estimates of fecal coliform concentration. Water Research 42: 3327-3334.

Hyeon J., Park J., Chon J., Wee S., Moon J., Kim Y., y Seo K. 2012. Evaluation of selective enrichment broths and chromogenic media for *Salmonella* detection in highly contaminated chicken carcasses. Oxford Journals: Poultry Science 91, 1222-1226.

International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 2006. Microorganisms in Foods 6. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, Estados Unidos, 764 p.

Jiménez S., Salsi M. y Pirovani M. 2002. A comparison between broiler chicken carcasses with and without visible fecal contamination during the slaughtering process on hazard identification of *Salmonella* spp. Journal of Applied Microbiology 93: 593-598.

Jørgensen F., Bailey R., Williams S., Henderson P., Wareing D., Bolton F., Frost J., Ward L. y Humphrey T. 2002. Prevalence and numbers of *Salmonella* and *Campylobacter* spp. on raw, whole chickens in relation to sampling methods. International Journal of Food Microbiology 76:151-164

Leotta G. 2009. Métodos rápidos: una herramienta útil y práctica para el análisis microbiológico de los alimentos. *Revista Argentina de Microbiología* 41: 63-64.

Maijala R., Ranta J., Seuna E. y Peltola J. 2005. The efficiency of the Finnish *Salmonella* Control Programme. *Food Control* 16: 669-675.

Mead G., Lammerding A., Cox N., Doyle M., Humbert F., Kulicovskiy A., Panin A., Pinheiro V., Wierup M. 2010. Scientific and technical factors affecting the setting of *Salmonella* criteria for raw poultry: a global perspective. *Journal of Food Protection* 73: 1566-1590.

Molina N., Millán B., Araque M. 2010. Sanitary quality indicators and phenotyping of *Salmonella enterica* isolated from raw chickens marketed in urban area of Mérida, Venezuela. *Infectio* 14:174-185.

Northern Territory Government. 2014. Salmonellosis (en línea). Consultado el 24 de octubre. Disponible en [http://www.health.nt.gov.au/library/scripts/objectifyMedia.aspx?file=pdf/46/91.pdf&siteID=1&str\\_title=Salmonellosis%20.pdf](http://www.health.nt.gov.au/library/scripts/objectifyMedia.aspx?file=pdf/46/91.pdf&siteID=1&str_title=Salmonellosis%20.pdf)

Reglamento Técnico Centroamericano. 2008. Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos (en línea). Consultado el 20 de agosto de 2015. Disponible en [http://www.puntofocal.gov.ar/notific\\_otros\\_miembros/cri74\\_t.pdf](http://www.puntofocal.gov.ar/notific_otros_miembros/cri74_t.pdf)

Reglamento Técnico Centroamericano. 2009. Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos (en línea). Consultado el 12 de agosto de 2015. Disponible en <http://www.ccit.hn/wp-content/uploads/2014/08/Anexo-Resolucion-No.243-2009-Criterios-Microbiologicos.pdf>

Rhen, M. 2007. *Salmonella*: molecular biology and pathogenesis. Editor. Mikael Rhen, Duncan Maskell, Pietro Mastroeni y John Threlfall. Gran Bretaña. Editorial Horizon Scientific Press. 194 p.

Rojas R. y Gonzales T. 2006. Detección e identificación de bacterias causantes de enfermedades transmitidas por alimentos mediante la reacción en cadena de la polimerasa. *Bioquímica* 31:69-76.

Roos R. 2010. USDA estimates *E coli*, *Salmonella* costs at \$3.1 billion (en línea). Consultado 28 de marzo de 2015. Disponible en <http://www.cidrap.umn.edu/news-perspective/2010/05/usda-estimates-e-coli-salmonella-costs-31-billion>

Valera M., Huerta N. y Ferrer O. 2000. Evaluación microbiológica de los puntos críticos en la cadena de procesamiento de una planta beneficiadora de pollos del estado Zulia. *Revista científica FCV-LUZ* 5: 405-409.



van Nierop W., Duse A., Marais E., Aithma N., Thothobolo N., Kassel M., Stewart R., Potgieter A., Fernandes B., Galpin J. y Bloomfield S, 2005. Contamination of chicken carcasses in Gauteng, South Africa, by *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* and *Campylobacter*. International Journal of Food Microbiology 99, 1–6.

Williams M., Ebel E., Golden N., Schlosser W. 2013. Temporal patterns in the occurrence of *Salmonella* in raw meat and poultry products and their relationship to human illnesses in the United States. Food Control 35:267-273.

Zaidi M., Macías C. y Calva E. 2006. Estudios mexicanos sobre *Salmonella*: epidemiología, vacunas y biología molecular. Revista Latinoamericana de Microbiología 48: 121-125.

Zamudio M., Meza A., Bailón H., Martínez J. y Campos J. 2011. Experiencias en la vigilancia epidemiológica de agentes patógenos transmitidos por alimentos a través de electroforesis en campo pulsado (PFGE) en el Perú. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública 28: 128-135

Zhu J., Wang Y., Song X., Cui S., Xu H., Yang B., Huang J., Liu G., Chen Q., Zhou G., Chen Q., Li F. 2014. Prevalence and quantification of *Salmonella* contamination in raw chicken carcasses at the retail in China. Food Control 44: 198-202

## 7. ANEXOS

**Anexo 1:** Datos totales recopilados de las muestras de pollo entero

Mes de muestreo	N° de Muestra	Punto de muestreo	Marca de pollo	Temperatura de muestreo (°C)	Temperatura de procesamiento (°C)	Coliformes totales #	Coliformes totales *	Coliformes totales Log *	Coliformes Fecales #	Coliformes Fecales *	Coliformes fecales Log *	E coli #	E coli *	E coli log *	Samonella	Salmonella *
Junio	1	1	A	7.1	9.0	3-3-3	3162,278	3.50	3-3-3	3162.3	3.50	0-3-2	9.1	0.96	Positivo	<3.0
	2	4	C	-0.8	7.0	3-1-0	43	1.63	3-0-0	23	1.36	3-0-0	23	1.36	Negativo	<3.0
	3	3	B	-0.4	5.8	1-0-0	3.6	0.56	0-0-0	<3.0	-	0-0-0	<3.0	-	Negativo	<3.0
	4	5	B	-2.1	1.9	2-1-0	15	1.18	0-0-0	<3.0	-	0-0-0	<3.0	-	Negativo	<3.0
	5	2	B	-0.9	4.1	2-0-0	9.2	0.96	0-0-0	<3.0	-	0-0-0	<3.0	-	Negativo	<3.0
Julio	6	5	A	-3.9	1.1	1-0-0	3.6	0.56	0-0-0	<3.0	-	0-0-0	<3.0	-	Negativo	<3.0
	7	4	C	-4.3	1.9	1-1-0	7.4	0.87	0-0-0	<3.0	-	0-0-0	<3.0	-	Negativo	<3.0
	8	1	B	-5.1	2.5	3-0-0	23	1.36	0-0-0	<3.0	-	0-0-0	<3.0	-	Negativo	<3.0
	9	2	B	-9.4	2.9	3-0-0	23	1.36	1-0-0	3.60	0.56	1-0-0	3.6	0.56	Negativo	<3.0
	10	3	B	-5.6	3.0	0-0-0	<3.0	<3	0-0-0	<3.0	-	0-0-0	<3.0	-	Negativo	<3.0
Agosto	11	5	A	-1.7	4.4	3-3-3	3162,278	3.50	3-3-3	3162.3	3.50	3-3-2	1100	3.04	Negativo	<3.0
	12	4	C	-9.0	0.9	3-2-2	210	2.32	3-0-0	23	1.36	2-0-0	9.2	0.96	Negativo	<3.0
	13	1	A	-3.8	3.9	2-1-0	15	1.18	2-0-0	9.2	0.96	2-0-0	9.2	0.96	Negativo	<3.0
	14	3	B	-0.1	4.1	2-2-0	21	1.32	0-1-0	3.0	0.48	0-1-0	3.0	0.48	Positivo	<3.0
	15	2	B	-2.6	1.8	3-2-2	210	2.32	3-2-0	93	1.97	1-0-0	3.6	0.56	Negativo	<3.0
Septiembre	16	4	A	-5.5	2.1	3-3-0	24	1.38	3-2-0	9.3	0.97	3-1-0	4.3	0.63	Negativo	<3.0
	17	5	D	-4.4	1.8	3-1-0	4.3	0.63	1-0-0	0.36	-	1-0-0	0.36	-	Negativo	<3.0
	18	3	B	-11.3	3.5	3-2-1	15	1.18	2-0-0	0.92	-	0-0-0	<0.3	-	Negativo	<3.0
	19	2	B	-7.9	2.0	3-2-0	9.3	0.97	3-0-0	2.3	-	1-0-0	0.36	-	Negativo	<3.0
	20	1	B	-5.3	4.0	3-1-0	4.3	0.63	1-0-0	0.36	-	1-0-0	0.36	-	Negativo	<3.0
						<b>Promedio</b>	366.59	1.44		2109.39	1.63		129.44	1.06		
						<b>Desv. Est.</b>	964.29	0.88		1823.66	1.15		364.01	0.80		

\*=NMP/mL

#=combinación de tubos positivos

Anexo 2: Datos totales recopilados de las muestras de pollo en partes

Mes de muestreo	N° de Muestra	Punto de muestreo	Marca de pollo	Temperatura de muestra (toma)	Temperatura de procesamiento	Coliformes totales #	Coliformes totales \$	Coliformes totales Log \$	Coliformes Fecales #	Coliformes Fecales \$	Coliformes fecales Log \$	E coli #	E coli \$	E coli log \$	Samonella	Salmonella \$	
Junio	1	3	B	2.8	6.1	3-3-3	3162.278	3.50	3-2-0	93	1.97	3-2-0	93	1.97	Negativo	<3.0	
	2	4	A	-8.3	2.7	3-3-0	240	2.38	1-0-0	3.6	0.56	1-0-0	3.6	0.56	Negativo	<3.0	
	3	2	B	1.5	6.9	3-3-3	3162.278	3.50	2-1-0	15	1.18	2-1-0	15	1.18	Negativo	<3.0	
	4	1	A	-8.7	2.5	3-3-0	240	2.38	0-0-0	<3.0	-	0-0-0	<3.0	-	Negativo	<3.0	
	5	5	B	-6.3	5.7	3-3-3	3162.278	3.50	0-3-0	9.4	0.97	0-0-0	<3.0	-	Positivo	<3.0	
Julio	6	2	A	0.8	6.0	3-1-2	120	2.08	3-0-0	23	1.36	3-0-0	23	1.36	Positivo	<3.0	
	7	3	B	4.7	5.8	3-3-2	1100	3.04	3-1-0	43	1.63	3-1-0	43	1.63	Negativo	<3.0	
	8	1	B	-2.9	5.0	3-2-2	210	2.32	2-0-0	9.2	0.96	2-0-0	9.2	0.96	Negativo	<3.0	
	9	4	A	-3.0	6.3	3-1-0	43	1.63	2-0-0	9.2	0.96	2-0-0	9.2	0.96	Negativo	<3.0	
	10	5	B	-1.7	3.1	3-2-0	93	1.97	3-1-0	43	1.63	3-1-0	43	1.63	Negativo	<3.0	
Agosto	11	5	A	5.0	6.5	3-1-1	75	1.88	1-0-0	3.6	0.56	0-0-0	<3.0	-	Negativo	<3.0	
	12	4	A	-8.6	6.4	2-1-0	15	1.18	2-0-0	9.2	0.96	0-0-0	<3.0	-	Negativo	<3.0	
	13	1	B	-1.4	5.3	2-1-0	15	1.18	2-1-0	15	1.18	1.18	0-1-0	3	0.48	Negativo	<3.0
	14	3	B	6.3	7.1	3-2-0	93	1.97	3-1-0	43	1.63	3-1-0	43	1.63	Negativo	<3.0	
	15	2	A	4.3	6.9	3-3-0	240	2.38	3-0-0	23	1.36	3-0-0	23	1.36	Negativo	<3.0	
Septiembre	16	4	A	-10.1	2.6	2-1-0	15	1.18	0-0-0	<3.0	-	0-0-0	<3.0	-	Negativo	<3.0	
	17	5	A	-9.5	4.7	2-1-2	27	1.43	0-0-0	<3.0	-	0-0-0	<3.0	-	Positivo	<3.0	
	18	3	B	5.1	8.8	3-2-1	150	2.18	3-0-0	23	1.36	2-0-0	9.2	0.96	Negativo	<3.0	
	19	2	A	5.4	9.4	3-2-1	150	2.18	2-0-0	9.2	0.96	2-0-0	9.2	0.96	Positivo	3.6	
	20	1	A	-5.1	5.3	2-2-0	21	1.32	1-0-0	3.6	0.56	0-0-0	<3.0	-	Negativo	<3.0	
<b>\$=NMP/25g</b>						<b>Promedio</b>	616.69	2.16		22.24	1.16		25.11	1.20			
<b>#=combinacion de tubos positivos</b>						<b>Desv. Est.</b>	1121.72	0.76		22.77	0.41		25.24	0.44			