



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y  
DE LA AGRICULTURA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN  
DEL TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA: “USO DE BIOCONTROLADORES LÍTICOS DE  
*SALMONELLA ENTÉRICA* EN AVES DE CORRAL, SOBRE EL  
DESEMPEÑO PRODUCTIVO EN ZONAS DE ALTURA”**

**AUTOR: TERÁN ACUÑA, MÓNICA ALEXANDRA  
DIRECTOR: ING. ORTIZ MANZANO, MARIO LEONARDO**

**SANGOLQUÍ**

**2017**



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA  
AGRICULTURA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que el trabajo de titulación, ***“USO DE BIOCONTROLADORES LÍTICOS DE SALMONELLA ENTÉRICA EN AVES DE CORRAL, SOBRE EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO EN ZONAS DE ALTURA”*** realizado por la Srta. ***MÓNICA ALEXANDRA TERÁN ACUÑA***, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo que cumple con los requisitos teóricos, técnicos, científicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar a la Srta. ***MÓNICA ALEXANDRA TERÁN ACUÑA*** para que sustente públicamente.

**Sangolquí, 09 de Agosto del 2017**

Una firma manuscrita en tinta azul que parece decir 'Mario Leonardo Ortiz Manzano', rodeada por un círculo azul.

**MARIO LEONARDO ORTIZ MANZANO  
DIRECTOR**



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA  
AGRICULTURA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **MÓNICA ALEXANDRA TERÁN ACUÑA**, con cédula de identidad N° 171937505-5, declaro que este trabajo de titulación “**USO DE BIOCONTROLADORES LÍTICOS DE SALMONELLA ENTÉRICA EN AVES DE CORRAL, SOBRE EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO EN ZONAS DE ALTURA**” ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

**Sangolquí, 09 de Agosto del 2017**

Una firma manuscrita en tinta azul que dice "Mónica Terán Acuña".

---

**MÓNICA ALEXANDRA TERÁN ACUÑA**  
C.C. 171937505-5  
**AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD**



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA  
AGRICULTURA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **MÓNICA ALEXANDRA TERÁN ACUÑA**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación **“USO DE BIOCONTROLADORES LÍTICOS DE SALMONELLA ENTÉRICA EN AVES DE CORRAL, SOBRE EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO EN ZONAS DE ALTURA”** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

**Sangolquí, 09 de Agosto del 2017**

Una firma manuscrita en tinta azul que parece decir 'Mónica Terán Acuña'. La firma está sobre una línea horizontal que sirve como línea de firma.

**MÓNICA ALEXANDRA TERÁN ACUÑA**  
C.C. 171937505-5

## **DEDICATORIA**

Al concluir mi proyecto de investigación y la Carrera de Ingeniería Agropecuaria dedico este logro:

A mis padres Edwin y Gladys que incondicionalmente me apoyaron y ayudaron durante toda mi carrera, con sus consejos, paciencia y cariño para poder concluir esta etapa.

A mi esposo Omar y mi hijo Martín que con su paciencia, comprensión y amor supieron darme fortaleza para seguir adelante.

A mis hermanos Diana y Andrés que estuvieron incondicionalmente apoyándome en esta etapa.

## AGRADECIMIENTO

En primer lugar doy infinitamente gracias a Dios por permitirme culminar esta etapa de mi vida.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, a su Carrera de Ingeniería Agropecuaria (IASA-I), por brindarme una excelente formación académica y moral.

A mi Tutor académico Ing. Mario Ortiz y Dra. Ligia Ayala por su esfuerzo, dedicación y por compartir sus conocimientos en el desarrollo del proyecto de investigación.

También me gustaría agradecer a mis profesores porque todos han sido parte fundamental en mi desarrollo profesional.

A mi familia por brindarme su cariño, paciencia y apoyo para concluir una meta más en mi vida.

A todas las personas y amigos que de una u otra manera estuvieron apoyándome en la realización del Proyecto y durante toda mi etapa estudiantil.



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>CARÁTULA</b>	
<b>CERTIFICACIÓN</b> .....	<b>ii</b>
<b>AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD</b> .....	<b>iii</b>
<b>AUTORIZACIÓN</b> .....	<b>iv</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>v</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>vi</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xvii</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>1</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>1</b>
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Planteamiento del problema .....	3
1.2.1 Problema.....	3
1.2.2 Efecto.....	4
1.2.3 Causa.....	4
1.3 Justificación .....	4
1.4 Objetivo .....	6
1.4.1 General.....	6
1.4.2 Específico.....	6
1.4.3 Hipótesis.....	7
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>8</b>
2.1 Introducción.....	8
2.2 Características de los pollos en engorde.....	8
2.2.1 Pollos Coob 500.....	8

2.2.2	Parámetros productivos en pollos broiler .....	9
2.3	Salmonella .....	10
2.3.1	Características generales.....	10
2.3.2	Signos y síntomas en aves .....	12
2.3.3	Patogenicidad.....	12
2.4	Sistema inmune aviar.....	12
2.5	Interacción huésped parasito en pollos .....	13
2.5.1	Biología de infección en Salmonelosis aviar.....	14
2.6	Bacteriófagos .....	15
2.6.1	Generalidades .....	15
2.6.2	Morfología y Clasificación.....	15
2.6.3	Ciclo de replicación .....	15
2.6.4	Ciclo lítico .....	16
2.6.5	Ciclo lisogénico .....	16
<b>CAPÍTULO III</b>		
<b>METODOLOGÍA</b>		<b>17</b>
3.1	Ubicación del área de investigación .....	17
3.1.1	Ubicación política.....	17
3.1.2	Ubicación Geográfica .....	17
3.1.3	Ubicación ecológica.....	17
3.2	Materiales .....	18
3.2.1	De Campo .....	18
3.2.2	De Laboratorio.....	18
3.3	Métodos .....	19
3.3.1	Unidades Experimentales .....	19
3.3.2	Factores de estudio de tratamiento .....	19



3.3.3	Diseño Experimental .....	20
3.3.4	Métodos Experimentales .....	21
3.3.5	Análisis estadístico .....	21
3.4	Procedimiento Experimental .....	22
3.4.1	Preparación en el galpón.....	22
3.4.2	Manejo de pollitos .....	23
3.4.3	Aplicación de bacteriófagos de Salmonella.....	25
3.4.4	Determinación de los parámetros del desempeño productivo .....	25
3.4.5	Parámetros Sanitarios .....	27

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN 28**

4.1	Desempeño productivo de pollos de engorde Cobb 500 .....	28
4.1.1	Peso acumulado .....	28
4.1.2	Ganancias de peso acumuladas.....	36
4.1.3	Consumo de alimento acumulado.....	44
4.1.4	Conversión alimenticia .....	52
4.1.5	Índice de eficiencia europeo (IEE) .....	60
4.1.6	Peso canal, g .....	62
4.1.7	Rendimiento canal, %.....	64
4.1.8	Peso pechuga, g .....	67
4.1.9	Rendimiento de la pechuga, % .....	68
4.2	Análisis económico.....	80

## **CAPÍTULO V**

5.1	Conclusiones.....	82
5.2	Recomendaciones .....	83
5.3	Bibliografía .....	84

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Esquema del experimento .....	20
Tabla 2	Sistema del ADEVA .....	22
Tabla 3	Edad, peso y consumo de alimento referencial de los pollos Cobb 500 ..	23
Tabla 4	Análisis de varianza de los pesos de los pollos de engorde del día 1 al 42 edad .....	29
Tabla 5	Pesos acumulados de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para Salmonella entérica, en zonas de altura.....	30
Tabla 6	Pesos de pollos de engorde a los 7 días de edad (g), por efecto del empleo de biocontroladores para el control de Salmonella entérica.....	31
Tabla 7	Pesos de pollos de engorde a los 21 días de edad (g), por efecto del empleo de biocontroladores para el control de Salmonella entérica.....	32
Tabla 8	Pesos de pollos de engorde a los 42 días de edad (g), por efecto del empleo de biocontroladores para el control de Salmonella entérica.....	34
Tabla 9	Análisis de varianza de las ganancias de peso de los pollos de engorde hasta los 42 días de edad .....	37
Tabla 10	Ganancias de pesos acumuladas de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para Salmonella entérica .....	38
Tabla 11	Ganancias de peso de pollos de engorde hasta a los 7 días de edad (g), por efecto del empleo de biocontroladores líticos para el control de Salmonella entérica .....	39
Tabla 12	Ganancias de peso de pollos de engorde hasta a los 21 días de edad (g), por efecto del empleo de biocontroladores líticos para el control de Salmonella entérica .....	40
Tabla 13	Ganancias de peso de pollos de engorde hasta a los 42 días de edad (g),	

	por efecto del empleo de biocontroladores líticos para el control de Salmonella entérica .....	42
Tabla 14	Análisis de varianza de los consumos de alimento de pollos de engorde hasta los 42 días de edad .....	45
Tabla 15	Consumos de alimento acumulados de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para Salmonella.....	46
Tabla 16	Consumos de alimento acumulados (g/ave) de pollos de engorde hasta a los 7 días de edad, por efecto del empleo de biocontroladores líticos para el control de Salmonella entérica .....	47
Tabla 17	Consumos de alimento acumulados (g/ave) de pollos de engorde hasta a los 21 días de edad, por efecto del empleo de biocontroladores líticos para el control de Salmonella entérica .....	48
Tabla 18	Consumos de alimento acumulados (g/ave) de pollos de engorde hasta a los 42 días de edad, por efecto del empleo de biocontroladores líticos para el control de Salmonella entérica .....	50
Tabla 19	Análisis de varianza de las conversiones alimenticias de pollos de engorde hasta los 42 días de edad .....	53
Tabla 20	Conversiones alimenticias acumuladas de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para Salmonella entérica, en zonas de altura.....	54
Tabla 21	Conversiones alimenticias de pollos de engorde hasta a los 7 días de edad, por efecto del empleo de biocontroladores líticos para el control de Salmonella entérica .....	55
Tabla 22	Conversiones alimenticias acumuladas de pollos de engorde hasta a los 21 días de edad, por efecto del empleo de biocontroladores líticos para el control de Salmonella entérica .....	56

Tabla 23	Conversiones alimenticias acumuladas de pollos de engorde hasta a los 42 días de edad, por efecto del empleo de biocontroladores líticos para el control de Salmonella entérica .....	58
Tabla 24	Análisis de varianza del Índice de eficiencia europeo de pollos de engorde de 42 días de edad .....	60
Tabla 25	Índice de eficiencia europeo de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para Salmonella entérica, en zonas de altura .....	61
Tabla 26	Análisis de varianza del peso a la canal de pollos de engorde de 42 días de edad .....	62
Tabla 27	Peso a la canal (g) de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para Salmonella entérica, en zonas de altura.....	63
Tabla 28	Análisis de varianza del rendimiento a la canal de pollos de engorde de 42 días de edad .....	64
Tabla 29	Rendimiento a la canal (%) de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para Salmonella entérica, en zonas de altura.....	65
Tabla 30	Análisis de varianza del peso de la pechuga de pollos de engorde de 42 días de edad .....	67
Tabla 31	Peso de la pechuga (g) de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para Salmonella entérica, en zonas de altura.....	67
Tabla 32	Análisis de varianza del rendimiento de la pechuga de pollos de engorde de 42 días de edad .....	69
Tabla 33	Rendimiento de la pechuga (%) de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para Salmonella entérica, en zonas de altura.....	69

Tabla 34	Análisis económico (dólares) de la producción de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para el control de Salmonella entérica, en zonas de altura .....	80
----------	---	----

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	La aplicación de tratamientos para el control de Salmonella se realizó como se describe en el siguiente cuadro: .....	25
Figura 2	Pesos (g) a los 7 días de edad de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para el control de Salmonella entérica, en zonas de altura .....	32
Figura 3	Pesos (g) a los 21 días de edad de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para el control de Salmonella entérica, en zonas de altura .....	33
Figura 4	Pesos (g) a los 42 días de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para el control de Salmonella entérica, en zonas de altura.....	35
Figura 5	Comportamiento de los pesos (g) de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para el control de Salmonella entérica, en zonas de altura .....	35
Figura 6	Ganancia de peso (g) a los 7 días de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para Salmonella entérica, en zonas de altura.....	40
Figura 7	Ganancia de peso (g) hasta los 21 días de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para Salmonella entérica, en zonas de altura.....	41
Figura 8	Ganancia de peso (g) a los 42 días de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para Salmonella entérica, en zonas de altura.....	43
Figura 9	Comportamiento de las ganancias de peso (g) de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para Salmonella entérica,	

	en zonas de altura. ....	43
Figura 10	Consumo de alimento (g/ave) hasta los 7 días de edad de pollos de ..... engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para ..... <i>Salmonella</i> entérica, en zonas de altura .....	48
Figura 11	Consumo de alimento (g/ave) hasta los 21 días de edad de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para <i>Salmonella</i> entérica, en zonas de altura .....	49
Figura 12	Consumo de alimento (g/ave) hasta los 42 días de edad de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para <i>Salmonella</i> entérica, en zonas de altura .....	51
Figura 13	Comportamiento de los consumos de alimento (g/ave) de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para <i>Salmonella</i> entérica, en zonas de altura .....	51
Figura 14	Conversión alimenticia a los 7 días de edad de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para <i>Salmonella</i> entérica, en zonas de altura .....	56
Figura 15	Conversión alimenticia a los 21 días de edad de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para <i>Salmonella</i> entérica, en zonas de altura .....	57
Figura 16	Conversión alimenticia a los 42 días de edad de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para <i>Salmonella</i> entérica, en zonas de altura. ....	58
Figura 17	Comportamiento de las conversiones alimenticias de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para <i>Salmonella</i> <i>entérica</i> , en zonas de altura. ....	59
Figura 18	Índice de eficiencia europeo de pollos de engorde por efecto del	



empleo de biocontroladores líticos para <i>Salmonella entérica</i> , en zonas de altura .....	61
Figura 19 Peso a la canal (g) de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para <i>Salmonella entérica</i> , en zonas de altura ....	63
Figura 20 Rendimiento a la canal (%) de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para <i>Salmonella entérica</i> , en zonas de altura.....	66
Figura 21 Peso de la pechuga (g) de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para <i>Salmonella entérica</i> , en zonas de altura ....	68
Figura 22 Rendimiento de la pechuga (%) de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para <i>Salmonella entérica</i> , en zonas de altura.....	70

## RESUMEN

El trabajo de investigación “Uso de biocontroladores líticos de *Salmonella entérica* en aves de corral, sobre el desempeño productivo en zonas de altura, se realizó en el Proyecto Avícola perteneciente al Instituto Superior Andino (IASA I), ubicado en la hacienda el Prado, en la Parroquia San Fernando, cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha, a una altitud de 2748 m.s.n.m, temperatura media de 13.89 °C y una precipitación anual de 1285 mm. Se inocularon por vía oral a los pollitos de hasta 10 días de edad considerando una dosis letal media de  $2.04 \times 10^8$  UFC de *Salmonella entérica*; y la concentración de bacteriófagos de 1011 UFP/dosis/fago. Los tratamientos experimentales fueron: GO1: Control negativo, con la aplicación de antibiótico; GO2: Control positivo, con bacterias; GO3: bacteriófagos; GO4: coctel de bacteriófagos 3 días consecutivos antes de la infección con bacterias; GO5: coctel de bacteriófagos un día antes de la infección con bacterias; GO6: coctel de bacteriófagos un día después de la infección con bacterias; GO7: coctel de bacteriófagos e infección simultánea con bacterias; y, GO8: coctel bacteriófagos un día antes y un día después la infección con bacterias, empleándose 5 repeticiones en cada uno, y un tamaño de unidad experimental de 10 aves. Los resultados experimentales fueron procesados en el software SPSS V21, realizándose los análisis de varianza y separación de medias con la prueba de Tuckey.

### **PALABRAS CLAVES:**

- ***SALMONELLA ENTÉRICA***
- **BACTERIÓFAGOS**
- **POLLOS DE ENGORDE**
- **DESEMPEÑO PRODUCTIVO**

## ABSTRACT

The research work "Use of lithic bio-controllers of enteric Salmonella in poultry, on the productive performance in high areas, was carried out in the Poultry Project belonging to the Andean Higher Institute (IASA I), located in the Hacienda Prado, in The Parish San Fernando, Rumiñahui, Pichincha province, at an altitude of 2748 meters, average temperature of 13.89 °C and annual precipitation of 1285 mm. Chickens up to 10 days old were orally inoculated considering a mean lethal dose of  $2.04 \times 10^8$  CFU enteric Salmonella; And the bacteriophage concentration of 1011 PFU / dose / phage. The experimental treatments were: GO1: Negative control, with the application of antibiotic; GO2: Positive control, with bacteria; GO3: bacteriophages; GO4: bacteriophage cocktail 3 consecutive days before infection with bacteria; GO5: bacteriophage cocktail one day before infection with bacteria; GO6: bacteriophage cocktail one day after infection with bacteria; GO7: bacteriophage cocktail and simultaneous infection with bacteria; And, GO8: bacteriophage cocktail one day before and one day after infection with bacteria, using 5 replicates in each, and an experimental unit size of 10 birds. The experimental results were processed in the software SPSS V21, performing analysis of variance and separation of means with the Tuckey test.

### KEYWORDS:

- *SALMONELLA ENTÉRICA*
- BACTERIOPHAGES
- BROILERS
- PRODUCTIVE PERFORMANCE

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Antecedentes

Las bacterias pertenecientes al género *Salmonella* son bacilos Gram negativos de la familia Enterobacteriaceae, se caracterizan por ser anaerobios facultativos no esporuladores (Caffer, 2008). Este género bacteriano se divide en dos especies: *Salmonella bongori* y *Salmonella entérica*, siendo esta última la de mayor importancia sanitaria. *Salmonella entérica* spp.; a su vez, se divide en 6 subespecies: *entérica* (I), *salamae* (II), *arizonae* (IIIa), *diarizonae* (IIIb), *houtenae* (IV) e *indica* (VI). La subespecie entérica habitualmente se encuentra en animales de sangre caliente mientras que las subespecies II, IIIa, IIIb, IV y VI generalmente se encuentran en animales de sangre fría y en el medio ambiente y sin embargo, todas estas pueden infectar a los seres humanos ya que son enfermedades de tipo zoonóticas (Public Health Agency of Canada, 2011).

*Salmonella entérica* subsp. *entérica* serovar Enteritidis es una bacteria patogénica cuyo grado de importancia es elevado tanto en salud pública como en salud animal debido al impacto económico que ocasiona especialmente en la industria avícola (Figuroa & Rodriguez, 2005). En el mundo las primeras infecciones reportadas por *Salmonella entérica* se registran en la década de los 80, extendiéndose de forma progresiva y provocando así, una gran preocupación mundial por el aumento de cepas multi resistentes que dificultan su abordaje terapéutico (Fica, A., Alexandre, M., Fernández, A., Fernández, J., Prat, S., & Heitmann, I., 2001).

En cuanto a las técnicas de prevención, hoy en día se han desarrollado numerosas estrategias para reducir la contaminación bacteriana en aves, entre ellas podemos mencionar la exclusión competitiva y uso de pro bióticos, procesos mediante los cuales la microbiota bacteriana normal de un animal adulto se establece tempranamente en el neonato, reduciendo el número de patógenos susceptibles de colonizar el intestino. El uso de vacunas, permite al animal estar libre de enfermedades, ya que estimulan el sistema inmune y otorgan una protección más

duradera en el tiempo. La prevención con prebióticos, los cuales se encuentran como ingredientes de alimentos, benefician al huésped debido a una estimulación selectiva el crecimiento de bacterias benéficas a nivel intestinal (Heres, L., Engel, H., Urlings, J., & F., V., 2004).

En lo que respecta al uso de antimicrobianos utilizados como terapia para determinadas patologías, se puede mencionar que su uso excesivo permite que las bacterias desarrollen resistencia. Datos que lo confirman como la aparición de cepas multiresistentes como la *Salmonella Typhimurium* DT104 (Borie, y otros, 2008). En Ecuador la aplicación de antibióticos como primera alternativa de tratamiento es utilizada rutinariamente, por lo que es de primordial interés incrementar la investigación de terapias alternativas como por ejemplo de fagos.

En los años 1915 y 1917, el inglés Frederick Twort bacteriólogo y el microbiólogo francocanadiense Félix d'Herelle, reportaron el aislamiento de entidades con potencial antibacteriano presumiendo que podían ser virus, pero es Félix d'Herelle el cual confirma esta hipótesis y nombró a estas entidades como bacteriófagos de estructura simple, compuestos de proteínas y ácidos nucleicos. Al inicio, los fagos líticos se utilizaron como agentes terapéuticos y fue en el año de 1919 cuando se comprobó su eficacia frente a disentería por *Shigella spp* en un Hospital Pediátrico Francés (Sulakvelidze, 2001).

A pesar de los múltiples esfuerzos realizados para generalizar el uso de virus como agentes terapéuticos, éstos se fueron olvidando debido al descubrimiento de los antibióticos y al desconocimiento de la biología de los bacteriófagos (Gaviria, 2011). En la actualidad, se conoce que los fagos solo reconocen células bacterianas, ya que presentan especificidad de receptores superficiales que solo están en las bacterias lo que le hace un buen candidato para un tratamiento más efectivo, innovador, menos dañino para el hospedero y eficiente para el control bacteriano.

En el sector avícola, la infección de *Salmonella entérica* puede provocar serios problemas tanto en las gallinas de postura como en broiler; la infección a temprana edad puede producir mortalidad y disminución de la eficiencia productiva en las aves adultas, no obstante, la mayoría de las aves quedan en estado de portadoras asintomáticas (Barrow, 1991).

Entre las medidas tradicionales de control y prevención destacan: utilización de

prebióticos y probióticos, medidas de bioseguridad (control de roedores y aves migratorias), vacunación y antimicrobianos. Ninguna de estas medidas, aisladas o en asociación, ha logrado la eficiencia esperada por el sector avícola. Actualmente, el escenario de la salmonelosis se ha complicado con la emergencia de cepas multiresistentes a antimicrobianos, limitando con ello el abordaje profiláctico en animales (Borie, y otros, 2008).

De acuerdo al último censo, según datos de la Corporación Nacional de Avicultores (CONAVE) en el 2000 el país produjo unas 467,000 toneladas métricas de carne de pollo, para el 2013 la producción de carne de pollo llegó a las 510.000 toneladas métricas, lo que corresponde a 155 millones de pollos (Ruiz, 2008). De acuerdo a estos datos se maneja un importante rubro económico con esta actividad especialmente con el pollo de carne en nuestro país sin embargo no se ha tomado en cuenta las pérdidas por enfermedades.

La salmonelosis preocupa a las autoridades sanitarias en nuestro país, ya que es una enfermedad de importancia mundial, además de que existe una significativa barrera al comercio internacional de alimentos debido a su potencial zoonótico y que aún no se ha logrado controlar en su gran mayoría. La amplia distribución de *Salmonella* spp. en los animales y su capacidad de sobrevivir durante largos periodos en el medio ambiente contribuyen al desempeño de su importante papel en la salud pública.

## **1.2 Planteamiento del problema**

### **1.2.1 Problema**

Los actuales sistemas de producción de aves de carne son altamente intensivos lo cual implica niveles de contaminación muy altos al igual que la presencia de desafíos constantes por parte de la microbiota patógena, la cual al estar presente en forma permanente en las aves, conlleva a un pobre desempeño productivo, afectando a la economía del avicultor, así como también a la constante resistencia de las diferentes cepas bacterianas a los antibióticos de uso comercial, lo

cual exige en forma permanente el uso de antibióticos cada vez más fuertes durante el proceso de crianza en lotes comerciales.

### **1.2.2 Efecto**

Cada vez más frecuente es el reclamo y reporte de problemas de índole sanitario por contaminación bacteriana por parte del consumidor y afectación económica a los sectores productivos atribuidos en gran medida a la presencia de *Salmonella entérica*, misma que al ser un habitante común del tracto digestivo de las aves, en un determinado momento esta población suele exacerbarse causando afectación a la salud del consumidor y pérdidas económicas por el pobre desempeño hacia el avicultor.

### **1.2.3 Causa**

La *Salmonella entérica* es un habitante común en el tracto digestivo de las aves, pudiendo ser diferente el origen de una infección, siendo vectores de contaminación desde el agua de bebida, factores de estrés, propios del sistema intensivo de crianza, hasta por contaminación cruzada, siendo en todo caso necesario el control que implica el uso de antibióticos, medidas sanitarias y aplicación de programas de bio seguridad.

## **1.3 Justificación**

Los microorganismos y especialmente la *Salmonella*, son habitantes comunes del tracto gastro intestinal de las aves y están presentes en diversos hábitats tales como agua, suelo, aire, incluso pueden estar presentes en el ser humano y en todos los seres vivos de los que el hombre se alimenta, de hecho, cualquier producto alimenticio, transformado o no, que el hombre consume, puede estar contaminado con microorganismos (Chai, y otros, 2012).

La salmonelosis es una enfermedad zoonótica que es causante de grandes pérdidas económicas a nivel mundial, puesto que tiene un alto índice de morbilidad y



mortalidad; es, además, una de las ETAS (enfermedades transmitidas por los alimentos) más comunes y agresivas. En el Ecuador, se reportaron 9.908 casos de salmonelosis en el año 1990; para el año 2001 la cifra aumentó súbitamente a 18.772; sin embargo, esta cifra ha ido disminuyendo paulatinamente, registrándose en 2013 solamente 5.972 casos (Dirección Nacional de Vigilancia Epidemiológica, 2015).

Uno de los productos alimenticios más consumidos por la sociedad es la carne; según estudios de población avícola realizados por CONAVE, desde 1990 hasta el 2012 se ha producido un incremento del consumo de carne de pollo de 360%, mientras que el consumo de huevos ha tenido un crecimiento de alrededor del 60%. Este incremento en el consumo de carne de pollo ha ayudado a la diseminación de enfermedades producidas por *Salmonella*, lo que involucra el uso de medidas adecuadas para evitar que se produzca un brote de este tipo de enfermedades (Dirección Nacional de Vigilancia Epidemiológica, 2015).

Uno de los puntos importantes dentro del manejo de enfermedades se encuentra el diagnóstico y detección del agente causal de la enfermedad para ello se requiere implementar condiciones de experimentación que permitan establecer un buen sistema de diagnóstico para el desarrollo de métodos eficientes de control. En el caso de *Salmonella sp.*, es necesario conocer la dosis bacteriana causante de infección en el animal, estableciéndose de esta manera la concentración de bacteria que puede dar una pauta para el control de la enfermedad que a temprana edad puede producir mortalidad y disminución de la eficiencia productiva en las aves adultas (Armendáriz & Barreiro, 2013).

El uso de antibióticos ha permitido el control bacteriano, pero éstos presentan inconvenientes debido a que no son específicos, pueden actuar contra otros grupos de organismos o bacterias benéficas que cumplen funciones específicas dentro de sus hospederos ocasionando problemas al individuo. El abuso de estos químicos ha generado que aparezcan nuevas cepas de bacterias resistentes a antibióticos, ya que la bacteria busca de todas formas subsistir, al ser resistentes estas pueden encontrarse en la heces que sirve de abono para otros cultivos y así propagarse con mayor facilidad a otros hospederos, es por ello que una forma de controlar bacterias patógenas sin utilizar antibióticos y sin ocasionar daño al hospedero ni a otras bacterias, es el uso de virus que atacan a bacterias comúnmente conocidos como

bacteriófagos, los cuales son parásitos obligados altamente específicos que cumplen con la función de infectar, parasitar y matar a la bacteria específica sin intervenir con otro tipo de bacteria benéfica del hospedero (Borie, y otros, 2008).

En el Ecuador, el uso de antibióticos como medida preventiva en la crianza de aves de corral ha generado un incremento en el desarrollo bacterias resistentes, por tal motivo la búsqueda de nuevos métodos para biocontrol de bacterias infecciosas sin la intervención de antibióticos es una necesidad en nuestro país. El desarrollo de técnicas de biocontrol empleando bacteriófagos, brindaría alternativas seguras, óptimas, y sanas para combatir bacterias patógenas, siendo este estudio altamente beneficioso, ya que permitiría determinar la dosis de bacteriófagos necesaria para contrarrestar el crecimiento de bacterias patogénicas y además permitiría establecer el método de aplicación antes o después de la infección (Borie, y otros, 2008)

## **1.4 Objetivo**

### **1.4.1 General**

- Evaluar el uso de bacteriófagos como biocontroladores líticos de *Salmonella entérica*, en aves de engorde, mediante la inoculación inducida, para determinar el grado de afección y desempeño productivo en zonas de altura

### **1.4.2 Específico**

- Evaluar la eficiencia de la aplicación de bacteriófagos líticos específicos en aves de engorde infectados con *Salmonella entérica* sobre el desempeño productivo.
- Establecer el protocolo adecuado de bacteriófagos líticos específicos e infectados con bacterias de *Salmonella entérica* para su control.
- Determinar su rentabilidad mediante el indicador beneficio/costo.

### 1.4.3 Hipótesis

- HO: No existe diferencia significativa en el desempeño productivo de pollos de engorde empleando diferentes protocolos de bacteriófagos líticos específicos e infectados con bacterias de *Salmonella entérica*.
- HI: Existe diferencia significativa en el desempeño productivo de pollos de engorde empleando diferentes protocolos de bacteriófagos líticos específicos e infectados con bacterias de *Salmonella entérica*.

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1 Introducción

La palabra broiler hace referencia a una variedad de pollo creada específicamente para la producción de carne y de rápido desarrollo. Posee un cuerpo grande y pesado, pecho profundo, carne tierna, jugosa y suave (Chacon, 2005). Tiene la capacidad de aprovechar al máximo el alimento y transformarlo en carne en un corto tiempo. El producto final se obtiene entre 5 a 8 semanas y se tiene una alta densidad de aves por metro cuadrado por lo que es necesario llevar un estricto control sanitario, alimenticio y de manejo (Carmona, 2009). Su máximo desempeño depende del desarrollo de cada etapa, que deben ser evaluadas y manejadas detenidamente con mejoras cuando se lo requiera si se desea producir un ave de buena calidad.

#### 2.2 Características de los pollos en engorde

##### 2.2.1 Pollos Coob 500

Esta raza de pollos broiler o de engorde, se caracteriza por su rápido crecimiento, buena conversión alimenticia, alta viabilidad, alta rusticidad en el manejo y de fácil adaptación a cambios climáticos. Presenta plumaje blanco (Minag, 2000). Es una línea muy precoz que adquiere un gran peso en forma rápida, por lo que permite un sacrificio a muy temprana edad, es muy voraz, de temperamento nervioso y que son muy susceptibles a altas temperaturas, tienen una muy buena conformación muscular especialmente en pechuga (Flores, 2008).

Se conoce en la actualidad que el patrón de crecimiento de pollos broiler está en las tres primeras semanas y no al final; se sabe además que el 30-40% de los pollitos llegan a 200 gramos en una semana, quintuplicando su peso inicial (Tovar, 2004). El pollo broiler más eficiente del mundo tiene la conversión alimenticia más

baja, la mejor tasa de crecimiento y una capacidad de prosperar en la densidad baja, a menos costos de la nutrición. Estos atributos se combinan para dar a la Cobb 500, la ventaja competitiva de menor costo por kilo o kilo de peso vivo producido. Entre sus principales características están:

- Ser el más eficiente en conversión de alimento.
- Rendimiento superior.
- Habilidad de crecer muy bien en dietas de menor costo.
- Producción de carne de pollo a un menor costo.
- Más alto nivel de uniformidad.
- Rendimiento reproductivo competitivo

### 2.2.2 Parámetros productivos en pollos broiler

Los parámetros productivos de importancia en el manejo de pollos broiler, son:

- Índice de productividad: es la relación entre el peso promedio del lote y la conversión alimenticia del mismo.

$$IP = \frac{\text{Índice de eficiencia} \times \text{Viabilidad}}{\text{Conversión alimenticia}}$$

- Mortalidad: se expresa en porcentaje, se calcula dividiendo el número de aves muertas entre el número de aves iniciadas multiplicado por cien.

$$M = \frac{\text{Número de pollos muertos}}{\text{Número de aves iniciadas}} \times 100$$

- Conversión alimenticia: es la relación entre el total de kilogramos de alimento consumido y cantidad de carne producida. Cuanto menor sea la conversión alimenticia más eficiente es el ave.

$$\text{Conversión} = \frac{\text{Total kg de alimento consumido}}{\text{Total kg de pollo vivo producido}}$$

- Factor europeo de eficiencia productiva: muestra si los factores de producción fueron manejados correctamente. Su valor es mejor cuando es mayor a 250.

$$\text{EE} = \frac{\text{Viabilidad (\%)} \times \text{Peso vivo al sacrificio (kg)}}{\text{Edad (días)} \times \text{Conversión}} \times 100$$

- Viabilidad: es el porcentaje de pollos de un lote que llegan vivos al final del periodo de engorde.

$$\text{Viabilidad} = \frac{\text{Número de aves finales}}{\text{Número de aves iniciadas}} \times 100$$

- Rendimiento a la canal: existen algunas pérdidas en ciertos parámetros sobre el rendimiento de la canal durante el procesamiento, en donde se pierden un cuatro por ciento de su peso vivo en el desangrado, en el desplume un seis por ciento, en la eliminación de las vísceras, corazón, molleja, hígado, cuello, patas, y tarsos y un veinticuatro punto cinco por ciento, aunado todo lo anterior se pierde un total de 34.5 %. De tal manera que una canal, lista para el consumo debe ser alrededor del 66.5% de su peso vivo.

$$\text{RC, \%} = \frac{\text{Peso a la canal (kg)}}{\text{Peso vivo al sacrificio (kg)}} \times 100$$

## 2.3 Salmonella

### 2.3.1 Características generales

El género *Salmonella* está formado por bacilos Gram negativos anaerobios facultativos pertenecientes a la familia Enterobacteriaceae. *Salmonella enteritidis* es un enteropatógeno que se encuentra frecuentemente involucrado en brotes de

infección transmitidos por alimentos de origen aviar (Borie, y otros, 2008). Las salmonelas son principalmente parásitos intestinales del hombre, mamíferos y aves; sin embargo frecuentemente se localizan en ganglios linfáticos y otros tejidos. En aves las salmonelas se aíslan a partir de ovarios, huevo y vesícula biliar (Castro, 2012).

Los animales infectados excretan salmonelas en cantidades considerables en las heces y orina, contaminando el ambiente, lo cual propicia la diseminación por vía oral cuando los animales susceptibles ingieren agua o alimento contaminado con materia fecal. Las bacterias eliminadas en las heces pueden sobrevivir hasta 10 o más meses. En aves, además de la transmisión por vía oral, ocurre la infección trasovárica (Castro, 2012).

La mayoría de las bacterias incluidas en la subespecie *entérica* presentan un conjunto de características metabólicas que incluye la fermentación de glucosa con producción de gas, fermentación de manitol, sorbitol y otros carbohidratos, pero no lactosa ni sacarosa. Utilizan habitualmente citrato como única fuente de carbono pero no malonato, lo que las diferencia de otras subespecies como *arizonae*. Su fermentación es de tipo ácido mixta, con reacción negativa de Voges-Proskauer. Son en general productoras de ácido sulfhídrico, hidrolizan urea y fenilalanina y además reducen el nitrato a nitrito (Kumar, 2012).

Como todas las enterobacterias, *Salmonella sp.* tienen tres tipos de antígenos: somático (O), flagelar (H) y de envoltura (Vi). Los antígenos O, son termoestables y su especificidad se basa en el componente polisacárido de la endotoxina. El antígeno H, es un antígeno flagelar proteico y termolábil. Este antígeno permite la movilidad bacteriana. Finalmente, el antígeno Vi es un antígeno capsular, el cual está relacionado con la virulencia del microorganismo (Ricci-Tam, 2008).

Las bacterias pertenecientes a este género tienen la capacidad de crecer en un rango de temperatura entre 7 y 49°C; sin embargo, algunos serotipos pueden crecer a 5,9 °C dependiendo del medio de cultivo donde se inocula. A temperaturas menores a 15 °C existe una reducción en el crecimiento bacteriano. Por otro lado, *Salmonella* puede crecer a un pH que varía entre 4 y 9; la tolerancia al ácido va a depender del tipo y tamaño del ácido al cual se expone el microorganismo (Ueria, 2011).



### **2.3.2 Signos y síntomas en aves**

Los síntomas más importantes pueden incluir: repentina baja en el consumo de alimento, depresión, plumaje erizado, diarrea verde-amarillenta, baja en la producción de huevos, disminución de la fertilidad e incubabilidad y elevada mortalidad. Las lesiones más importantes incluyen alteraciones de los principales órganos internos como: hígados congestionados y agrandados, a menudo con focos necróticos blanquecinos, en casos crónicos el hígado presenta estrías de un color bronceado característico, bazo y riñones congestionados y agrandados; ovario congestionado con ruptura de óvulos que degeneran en una peritonitis caseosa extensiva.

### **2.3.3 Patogenicidad**

*Salmonella sp.* cuenta con cinco islas de patogenicidad, siendo las más importantes las islas SPI-1 y SPI-2. La isla de patogenicidad SPI-1 se encarga de promover la invasión de las células epiteliales intestinales, iniciar la respuesta inflamatoria en el tracto intestinal y además juega un rol importante en la supervivencia bacteriana a nivel del hospedero. Por otra parte, está la isla de patogenicidad SPI-2, ésta es la encargada de la supervivencia y replicación bacteriana en los compartimentos intracelulares de los fagocitos, desde donde se diseminará la bacteria sistémicamente en los órganos del hospedero (Figuroa & Rodriguez, 2005).

## **2.4 Sistema inmune aviar**

El sistema inmunitario se puede dividir en dos partes principales: el innato o no específica y los componentes adaptativos o específicos. El sistema inmune innato es el principal reto para los patógenos invasores, mientras que el sistema inmune adaptativo proporciona una mayor protección al individuo, además genera memoria inmunológica permitiendo una respuesta más rápida frente al patógeno invasor. En lo que respecta a los componentes inmunológicos, se incluyen a las células fagocíticas y

al sistema de complemento que componen el sistema inmune innato. Por otro lado, se incluye a la capa de piel como la principal barrera física a la infección. La interacción de sistema innato y adaptativo incluyendo diferentes tipos de células y moléculas tales como citoquinas y anticuerpos constituyen de forma general la inmunidad del huésped (Hurley, 2014).

Los leucocitos del sistema inmune innato incluyen a las células fagocíticas, células dendríticas, macrófagos y neutrófilos los mismos que pueden fagocitar antígenos o patógenos extraños. Estas células fagocíticas son reclutadas después de la liberación de señales de citoquinas específicas. En cuanto a la fisiología de la bacteria en los diversos órganos, *Salmonella* sp. puede atravesar la barrera epitelial por transporte pasivo facilitado por las células dendríticas.

Al llegar a la parte inferior del intestino, las bacterias se adhieren a la membrana de la mucosa e invaden las células epiteliales. Uno de los sitios específicos donde esto ocurre, es en las células de las placas de Peyer que se ubican en el intestino delgado, sitio en donde la bacteria se transloca a través de la barrera epitelial hacia los folículos subyacentes y los ganglios linfáticos del tejido linfoide. Cabe mencionar que durante la etapa de infección, se puede dar lugar a infecciones secundarias debido a la difusión bacteriana a otros órganos como el hígado y el bazo (Hurley, 2014)

## **2.5 Interacción huésped parásito en pollos**

*Salmonella* sp. invade las células fagocíticas y no fagocíticas incluyendo las células presentes en los folículos linfoides, el hígado y el bazo. Las células epiteliales, células dendríticas, neutrófilos y macrófagos identifican patrones moleculares asociados a patógenos (PAMP) tales como ADN bacteriano, flagelos y LPS. Por otro lado, los receptores de reconocimiento de patrones (RRP) que incluyen NLRs y TLRs comprenden los primeros componentes del sistema inmune que funcionan para detectar los patógenos invasores (Hurley, 2014)

La interacción entre *Salmonella* y su huésped depende de varios factores que incluyen a los antecedentes genéticos del huésped. Actualmente se han reportado estudios en los que existen diferencias significativas entre diversas líneas de aves en

el nivel de colonización del tracto gastrointestinal. Otro aspecto a considerar es la edad de infección en aves, puesto que la salmonelosis en pollos jóvenes se caracteriza por los signos clínicos graves de enfermedad sistémica asociado con diarrea, deshidratación y alta tasas de mortalidad, mientras que pollos adultos pueden producir huevos contaminados con *Salmonella* sin evidencia de enfermedad (Omwantho & Kubota, 2010).

### **2.5.1 Biología de infección en Salmonelosis aviar**

El desarrollo de Salmonelosis en aves involucra tres fases, cada una de ellas posee una interacción significativa con el sistema inmune:

- Primera fase: en esta fase se desarrolla la invasión bacteriana a través de tracto gastrointestinal. *Salmonella* invade la vía oral-fecal a través de las placas de Peyer y las células M ubicadas en el íleon. La infección gastrointestinal induce enteritis en varias especies a través de la combinación de las acciones realizadas por los efectores de la isla de patogenicidad SP-1, reconocimiento de los flagelos y LPS bacterianos a través de los receptores Toll-like y reconocimiento de receptores específicos. Esta infección induce una respuesta pro-inflamatoria mediada por citoquinas y quimioquinas que conduce al reclutamiento de neutrófilos (Chappell, y otros, 2009).
- Segunda fase: tras la invasión de *Salmonella*, las bacterias son tomadas por los macrófagos o células dendríticas y son transportadas a través del sistema linfático para la progresión de la infección sistémica en aves. Por otro lado se da la intervención de la isla de patogenicidad SPI-2, ésta inyecta sus efectores dentro de la vacuola fagocítica de los macrófagos efectuando la secreción de citoquinas. Si no existe supervivencia de la bacteria dentro de los macrófagos, se produce una atenuación de la infección a nivel sistémico (Chappell, y otros, 2009)
- Tercera fase: en esta etapa, la infección puede ser borrada por la respuesta inmune, el ave puede morir tras la infección o puede desarrollar un estado de portador. Tras el establecimiento de la infección sistémica, si la replicación bacteriana no se controla, se conduce a una serie de lesiones en los órganos infectados, se da un progreso de anemia y septicemia que causa hemorragia, infiltración inflamatoria masiva y ulceración de la pared intestinal. La progresión a esta etapa por lo general resulta en la muerte del animal a los 6-10 días después de la

infección. Por otro lado, en lo que respecta al estado persistente se puede mencionar que éste es menos frecuente y resulta del desarrollo de pequeños nichos bacterianos dentro de células específicas (Chappell, y otros, 2009).

## **2.6 Bacteriófagos**

### **2.6.1 Generalidades**

Los bacteriófagos también denominados “fagos” son virus especializados que infectan a las bacterias. Habitan en todos los sistemas biológicos siendo los más abundantes del planeta. Son frecuentemente aislados de ambientes acuáticos y/o sedimentos o tierra (Salas, 2014)

### **2.6.2 Morfología y Clasificación**

Su morfología consiste de una cápside proteica y un tipo de ácido nucleico, ADN o ARN. La conformación y organización proteica de sus cápsides les confiere la habilidad de permanecer viables por largos períodos de tiempo en el ambiente en condiciones adversas (Segundo, 2010). Los fagos se clasifican de acuerdo a sus características morfológicas, el tipo de ácido nucleico, presencia o ausencia de cápside o envoltura lipídica y hospedero (Gómez, 2009)

### **2.6.3 Ciclo de replicación**

La primera fase del ciclo de replicación de un bacteriófago es la adsorción permitiéndole reconocer y fijarse a receptores específicos como proteínas o carbohidratos presentes en la cápsula, pared celular, flagelo, pilis de la superficie de la bacteria hospedadora, en segunda fase se genera la inyección del material genético viral provocando un ciclo lítico o uno lisogénico el cual depende de las condiciones en que se encuentre (Hendrix, 2003).

#### **2.6.4 Ciclo lítico**

El fago ocupa la maquinaria de la bacteria huésped para replicar su material genético y sintetizar proteínas estructurales. Lo que conlleva al ensamblaje de nuevas partículas virales y liberación de estas por lisis (Gaviria, 2011)

#### **2.6.5 Ciclo lisogénico**

El material genético del bacteriófago se integra al cromosoma bacteriano provocando que su ADN “profago”, se replique en el interior de la célula junto con el genoma bacteriano. Esto no produce la muerte de la bacteria huésped hasta que se la inducción del ciclo lítico (Gaviria, 2011).

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 Ubicación del área de investigación**

##### **3.1.1 Ubicación política**

El presente estudio se realizó en el Programa avícola perteneciente al Instituto Superior Andino (IASA I), ubicado en la hacienda el Prado Sangolquí-Ecuador.

Provincia: Pichincha

Cantón: Rumiñahui

Parroquia: San Fernando, Hacienda el Prado (IASA I)

##### **3.1.2 Ubicación Geográfica**

Longitud: 78° 24' 44" W

Latitud: 0° 23' 20" S

Altitud: 2748 m.s.n.m.

##### **3.1.3 Ubicación ecológica**

El Programa avícola del Instituto Superior Andino (IASA I), se encuentra ubicado ecológicamente de acuerdo a los siguientes parámetros (Estación, Meteorológica IASA I, 2016):

Precipitación media anual: 1285 mm/año

Temperatura media anual: 13.89 °C

Humedad relativa: 69.03 %

Piso altitudinal: Montano bajo

Región latitudinal: Templada

Zona de vida: Bosque Húmedo

Clasificación Bioclimática: Húmedo-Temperado

Provincia de Humedad:Húmedo

### **3.2 Materiales**

En el presente trabajo se utilizaron los siguientes, equipos, materiales y suministros.

#### **3.2.1 De Campo**

- 400 pollos Cobb 500 de un día de edad
- Termómetros Max – Min
- Sistema de alimentación
- Sistema de bebederos
- Balanza Electrónica
- Sistema de calefacción
- Libreta de campo
- Marcadores y esferos
- Galpón
- Cámara fotográfica
- Stock de herramientas
- Boxes plásticos
- Alimento comercial
- Vitaminas y electrolitos
- Vacunas Stock
- Material de laboratorio (stock)

#### **3.2.2 De Laboratorio**

- Bacteriófagos
- Bacterias (*Salmonella entérica*)
- Microscopio

- Balanza
- Equipo de protección personal (mandiles, mascarillas, etc.)
- Equipo de disección
- Detector de cloro
- Tiras reactivas para presencia de amoniaco

### 3.3 Métodos

#### 3.3.1 Unidades Experimentales

Se utilizaron 400 pollos machos de la línea genética COBB 500 de un día de edad y 49.7 gramos promedio de peso, distribuidos en ocho tratamientos (40 aves cada uno), con 5 repeticiones, siendo el tamaño de la unidad experimental de 10 aves.

#### 3.3.2 Factores de estudio de tratamiento

Se inocularon por vía oral a los pollitos de hasta 10 días de edad considerando una dosis letal media de  $2.04 \times 10^8$  UFC de *Salmonella entérica*; y la concentración de bacteriófagos empleados fue de 1011 UFP/dosis/fago (Borie, y otros, 2008). Los tratamientos experimentales fueron los siguientes protocolos:

GO1: Control negativo, pollos sin bacteria y sin fagos, con la aplicación de antibiótico en una dosis de 1 mg.

GO2: Control positivo, pollos con bacterias.

GO3: Pollos administrados con el coctel de bacteriófagos.

GO4: Pollos administrados con el coctel de bacteriófagos 3 días consecutivos antes de la infección con bacterias.

GO5: Pollos administrados con el coctel de bacteriófagos un día antes de la infección con bacterias.

GO6: Pollos administrados con el coctel de bacteriófagos un día después de la infección con bacterias.



GO7: Pollos administrados con el coctel de bacteriófagos e infección simultánea con bacterias.

GO8: Pollos administrados con el coctel bacteriófagos un día antes y un día después la infección con bacterias.

### 3.3.3 Diseño Experimental

Las unidades experimentales se distribuyeron bajo un diseño completamente al azar; y para su análisis de ajustaron al siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ijk}$  = Valor del parámetro en determinación

$\mu$  = Media general


$\alpha_i$  = Efecto de los tratamientos

$\varepsilon_{ij}$  =Efecto del error experimental

El esquema del experimento empleado se reporta en laTabla1

**Tabla 1**  
**Esquema del experimento**

Tratamientos	Código	Repet.	T.U.E.	Aves/tratamiento
Control Negativo. Antibiótico	G01	5	10	50
Control Positivo. Bacterias	G02	5	10	50
Control Fagos	G03	5	10	50
Fagos 3 días consecutivos antes de la infección con bacterias	G04	5	10	50
Fagos un día antes de la infección con bacterias	G05	5	10	50
Fagos un día después de la infección con bacterias	G06	5	10	50

Continúa 

Fagos y bacterias inoculados al mismo tiempo	G07	5	10	50
Fagos un día antes y un día después de infección con bacterias	G08	5	10	50
Total aves				400

TUE\*: Tamaño de la unidad experimental, 10 pollitos de 1 día de edad

### 3.3.4 Métodos Experimentales

Se consideraron los valores acumulados semanalmente, hasta los 42 días de edad, midiéndose:

- Peso de las aves, g
- Ganancia de peso, g
- Consumo de alimento, g/ave
- Conversión alimenticia

Al final del trabajo experimental (42 días de las aves), también se consideró:

- Índice de Eficiencia Europeo
- Peso a la canal, g
- Rendimiento a la canal, %
- Peso de la pechuga, g
- Rendimiento de la pechuga, %
- Rentabilidad, mediante el indicador beneficio/costo.

### 3.3.5 Análisis estadístico

Los resultados obtenidos fueron procesados el Software Estadístico SPSS V 21.0, en donde se realizaron las siguientes pruebas estadísticas:

- Análisis de Varianza para las diferencias ADEVA.

- Separación de medias de acuerdo a la prueba de Duncan a los niveles de  $P \leq 0.05$ . y  $P \leq 0.01$

Se determinó también el coeficiente de variación (CV), para establecer si existía uniformidad en los resultados experimentales, utilizando el siguiente propuesto matemático:

$$CV = \frac{\sigma}{\bar{X}} \times 100$$

Donde

CV: Coeficiente de variación, %

$\sigma$ : Desviación estándar

$\bar{X}$ : Media general

El esquema de los análisis de varianza que se utilizaron para el desarrollo del presente experimento se detalla en la Tabla 2.

**Tabla 2**  
**Sistema del ADEVA**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Total	39
Tratamientos	7
Error experimental	32

### **3.4 Procedimiento Experimental**

#### **3.4.1 Preparación en el galpón**

Previo al inicio del experimento, se realizó el proceso de preparación de las instalaciones, para lo cual se procedió a la limpieza y desinfección del galpón dejando por un lapso de 15 días en vacío sanitario. Posteriormente se ingresó y se desinfectó el material de cama con un espesor de 15 centímetros, a la vez que se armó los boxes plásticos para la distribución aleatorizada de las aves.


### 3.4.2 Manejo de pollitos

Se trabajó con 400 pollos BB (pollitos bebe) machos de la línea genética COBB 500 de un día de edad y 49.7 gramos promedio de peso, los mismos que se alojaron en condiciones similares a las de campo con una densidad final de 10 aves por metro cuadrado. A la llegada de las aves se abrieron los registros de producción para cada uno de los tratamientos, los mismos que tuvieron como función registrar todas las actividades de importancia en la vida de las aves, con las cuales en forma semanal se procedió a calcular los diferentes parámetros productivos. La recepción se lo hizo con agua con electrolitos y alimento inicial sin antibióticos a voluntad, para después del segundo día suministrar el alimento en las cantidades que sugiere Cobb-vantress.com. (2015), en su manual de manejo (Tabla3).

La alimentación se realizó en función de cubrir los requerimientos nutricionales según su estado fisiológico, con un alimento en polvo isoprotéico, isoenergético e isofosfórico para cada uno de los tratamientos, el agua de bebida estuvo disponible con un tratamiento previo con cloro por procesos de potabilización y posteriormente fue tratada con un ablandador para retirar residuos de cloro que pudieran afectar e influir en la supervivencia de la *Salmonella entérica* inoculada.

**Tabla 3**  
**Edad, peso y consumo de alimento referencial de los pollos Cobb 500**

Edad Días	Peso ave (g)	Consumo de alimento (g/día)	Edad días	Peso ave (g)	Consumo de alimento (g/día)
0	42				
1	56	13	22	1023	117
2	72	17	23	1104	123
3	89	21	24	1186	130
4	109	23	25	1269	134
5	131	27	26	1353	141
6	157	31	27	1438	148
7	185	35	28	1524	152
8	215	39	29	1613	158
9	247	44	30	1705	163
10	283	48	31	1799	169
11	321	54	32	1895	174

Continúa 

---

12	364	58	33	1993	180
13	412	64	34	2092	182
14	465	68	35	2191	189
15	524	75	36	2289	193
16	586	81	37	2386	197
17	651	87	38	2482	201
18	719	93	39	2577	205
19	790	98	40	2671	209
20	865	105	41	2764	213
21	943	111	42	2857	216

---

Fuente: Manual de Manejo Pollos Cobb (2016)

En las mañanas se procedió a pesar el residuo de alimento dejado por las aves en todos los comederos, para poder suministrar más, con esto se estimó el consumo diario. Para estimular el consumo de alimento en los pollitos se procedió a mover manualmente el mismo cada dos horas en cada comedero. El manejo de las condiciones medio ambientales del galpón fueron controladas las 24 horas, para lo cual se utilizó el sistema de calefacción centralizada a base de gas propano manteniendo temperaturas acordes a la edad y dentro del rango de comodidad calórica para la especie y sistema de cortinas para manejo de ventilación en horas pico de calor.

El pesaje se realizó con una muestra representativa de aves, usando una balanza electrónica en cada uno de los tratamientos, lo cual permitió la determinación de parámetros tales como: ganancia de peso, conversión alimenticia y consumo diario de alimento. De igual manera en forma diaria, se verificó la mortalidad, y en casos positivos, se procedió a practicar la respectiva necropsia para la determinación de la causa de muerte y tomar muestras de los diferentes órganos para ser enviados al laboratorio en el que se determinó el grado de afectación de los mismos.

Al inicio de la 4ta semana post inoculación, se procedió a sacrificar de manera manual 32 aves, cuatro de cada tratamiento, para obtener muestras de los órganos (hígado, bazo, intestinos) para detectar la presencia bacteriana. Las muestras se procesaron en función del protocolo dado por la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-15:2009: Control microbiológico de los alimentos. *Salmonella*, método

de detección y del protocolo de toma de muestras establecido por la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-2:1999: Control microbiológico de alimentos: Toma, envío y preparación de muestras para el análisis microbiológico.

Posteriormente se enviaron las muestras al laboratorio de biotecnología de la Universidad de las Fuerzas Armadas para aplicar la técnica de biología molecular conocida como PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa), para determinar la presencia o ausencia de *Salmonella entérica*, y establecer si el uso de bacteriófagos líticos ayuda a tratar la enfermedad.

### 3.4.3 Aplicación de bacteriófagos de Salmonella

Tratamientos	Descripción	Martes 30/08	Miércoles 31/08	Jueves 1/09	Viernes 2/09	Sábado 3/09
1	Control Negativo. Antibiotico	Primera dosis de antibiotico (ZINAPRIM 1mg/ml)				
2	Control Positivo. Bacterias				bacterias (Dosis: $10^8$ UFC/ml)	
3	Control Fagos			Una dosis de fagos. $10^{11}$ UFP/ml		
4	Fagos 3 dias consecutivos antes de la infeccion con bacterias	Primera dosis de fagos $10^{11}$ UFP/ml	segunda dosis de fagos $10^{11}$ UFP/ml	tercera dosis de fagos $10^{11}$ UFP/ml	bacterias. (Dosis: $10^8$ UFC/ml)	
5	Fagos un dia antes de la infeccion con bacterias			Una dosis de fagos $10^{11}$ UFP/ml	bacterias (Dosis: $10^8$ UFC/ml)	
6	Fagos un dia despues de la infeccion con bacterias				bacterias (Dosis: $10^8$ UFC/ml)	Una dosis de fagos $10^{11}$ UFP/ml
7	Fagos y bacterias inoculados al mismo tiempo				Bacterias+ Una dosis de fagos $10^{11}$ UFP/ml	
8	Fagos un dia antes y un dia despues de infeccion con bacterias			Una dosis de fagos $10^{11}$ UFP/ml	bacterias (Dosis: $10^8$ UFC/ml)	Una dosis de fagos $10^{11}$ UFP/ml

**Figura 1 Aplicación de tratamientos para el control de Salmonella**

### 3.4.4 Determinación de los parámetros del desempeño productivo

Se registró periódicamente los pesos, luego por medio de diferencia de los pesos inicial y final estimar la ganancia de peso en cada período (cada 7 días).

$$\text{Ganancia de peso} = \frac{\text{Peso final (período)}}{\text{Peso inicial (período)}}$$

El consumo de alimento se determinó mediante la sumatoria del consumo de balanceado por lote y dividido para el número de aves por tratamiento.

$$\text{Consumo de alimento, g} = \frac{\text{Suministro de balanceado total}}{\text{Número de aves}}$$

La conversión alimenticia se calculó de acuerdo al consumo total de alimento dividido para la ganancia de peso total en cada etapa.

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{Consumo de alimento (período)}}{\text{Ganancia de peso (período)}}$$

Una vez sacrificado el pollo, se separó el quinto cuarto de la canal y se procedió a pesarlo; estableciéndose que el peso a la canal es la resta del peso final del pollo vivo menos la del quinto cuarto (o vísceras).

$$\text{Peso a la canal, g} = \text{Peso vivo} - \text{Peso quinto cuarto}$$

El rendimiento a la canal se estableció por medio de la relación con el peso final y el peso de la canal y expresada en porcentaje.

$$\text{Rendimiento a la canal, \%} = \frac{\text{Peso a la canal}}{\text{Peso final in vivo}} \times 100$$

La mortalidad se calculó por la relación de los pollos vivos de los muertos y se determina en porcentaje de la parvada.

$$\text{Mortalidad, \%} = \frac{\text{Aves vivas}}{\text{Aves muertas}} \times 100$$

El Índice de Eficiencia Europeo (IEE), es el resultado que existe entre la interrelación del potencial genético, la alimentación que recibe y del manejo que se somete durante su vida; se obtiene con la siguiente ecuación aritmética:

$$IEE = \frac{\text{Peso promedio} \times \text{Viabilidad} \times 100}{\text{Conversión alimenticia} \times \text{Edad}}$$

El análisis económico se realizó por medio del indicador Beneficio/costo, en el que se consideran los gastos realizados (Egresos) y los ingresos totales que corresponden a la venta de los pollos y de la gallinaza, respondiendo al siguiente propuesto:

$$B/C = \frac{\text{Ingresos totales (dólares)}}{\text{Egresos totales (dólares)}}$$

### **3.4.5 Parámetros Sanitarios**

Para evitar al máximo la presencia de patógenos que causen enfermedad en las aves, se aplicó un estricto programa de bioseguridad, acompañadas estas de actividades como: desinfección con cal viva y colocación a la entrada de los galpones un pediluvio. Además dentro del programa sanitario se utilizó un programa de vacunación el cual fue:

- A los 6 días de edad vacunación contra Newcastle
- A los 15 días vacunación contra Gumboro
- A los 21 días de edad refuerzo de vacuna Newcastle



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Desempeño productivo de pollos de engorde Cobb 500

En los análisis de los resultados del desempeño productivo de los pollos de engorde Cobb 500, por efecto de la aplicación de bacteriófagos líticos específicos e infectados con *Salmonella entérica*, se da énfasis a los resultados obtenidos a los 7, 21 y 42 días de edad, que es donde se consideran que finalizan las etapas de inicio, crecimiento y engorde, respectivamente; así como también, para la facilidad de la descripción de los tratamientos se consideran sus códigos correspondientes y solo en los casos de dar énfasis se detallará el tratamiento experimental. Los códigos utilizados de los tratamientos experimentales son:

- G01: Control Negativo. Antibiótico
- G02: Control Positivo. Bacterias
- G03: Control con Fagos
- G04: Fagos 3 días consecutivos antes de la infección con bacterias
- G05: Fagos un día antes de la infección con bacterias
- G06: Fagos un día después de la infección con bacterias
- G07: Fagos y bacterias inoculados al mismo tiempo
- G08: Fagos un día antes y un día después de infección con bacterias

##### 4.1.1 Peso acumulado

En la Tabla 4, se reportan los análisis de varianza de los pesos acumulados de los pollos a los 7, 14, 21, 28, 35 y 42 días de edad., donde se estable que existen diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), por efecto de los tratamientos experimentales aplicados. Los pesos periódicos de los pollos por efecto de la aplicación de bacteriófagos líticos específicos e infectados con *Salmonella entérica*, se indican en la Tabla 5, donde se observa que los pollos que recibieron el coctel de

Fagos y bacterias inoculadas al mismo tiempo, presentan las mejores respuestas, como se analizan a continuación:

**Tabla 4**  
**Análisis de varianza de los pesos de los pollos de engorde del día 1 al 42 edad**

<b>Pesos</b>	<b>FV</b>	<b>S.C.</b>	<b>gl</b>	<b>C.M.</b>	<b>Fcal</b>	<b>Prob.</b>
Día 1, g	Tratamientos	11,200	7	1,600	1,243	0,309
	Error	41,200	32	1,288		
	Total	52,400	39			
Al día 7, g	Tratamientos	852,527	7	121,790	7,470	0,000
	Error	521,712	32	16,303		
	Total	1374,239	39			
Al día 14, g	Tratamientos	5226,756	7	746,679	7,420	0,000
	Error	3220,360	32	100,636		
	Total	8447,116	39			
Al día 21, g	Tratamientos	21622,628	7	3088,947	7,453	0,000
	Error	13263,292	32	414,478		
	Total	34885,920	39			
Al día 28, g	Tratamientos	56440,886	7	8062,984	7,454	0,000
	Error	34612,784	32	1081,649		
	Total	91053,670	39			
Al día 35, g	Tratamientos	116477,712	7	16639,673	7,441	0,000
	Error	71560,556	32	2236,267		
	Total	188038,268	39			
Al día 42, g	Tratamientos	198057,600	7	28293,943	7,441	0,000
	Error	121676,800	32	3802,400		
	Total	319734,400	39			

Prob. > 0.05: No existen diferencias estadísticas.

Prob. <0.01: Existen diferencias altamente significativas.

**Tabla 5**  
**Pesos acumulados de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para S**  
**de altura**

Biocontroladores líticos	Pesos acumulados, g									
	Inicial		7 días		14 días		21 días		28 días	
GO1	49,80	a	178,90	bc	451,44	bc	914,86	bc	1478,76	bc
GO2	49,40	a	175,64	c	441,50	c	895,30	c	1446,88	c
GO3	50,20	a	186,58	ab	468,98	ab	951,08	ab	1537,02	ab
GO4	48,60	a	181,72	bc	456,76	bc	926,30	bc	1497,00	bc
GO5	50,00	a	184,14	ab	462,84	ab	938,60	ab	1516,92	ab
GO6	49,40	a	183,80	abc	461,98	abc	936,90	abc	1514,12	abc
GO7	50,40	a	191,20	a	480,58	a	974,60	a	1575,08	a
GO8	49,80	a	178,86	bc	449,60	bc	911,74	bc	1473,44	bc
Promedio	49,70		182,61		459,21		931,17		1504,90	
Error estándar	0,18		0,94		2,33		4,73		7,64	
Significancia	ns		**		**		**		**	
Coef. de variación, %	2,284		2,212		2,185		2,186		2,185	
G01: Control Negativo. Antibiótico					G05: Fagos un día antes de la infección con b					
G02: Control Positivo. Bacterias					G06: Fagos un día después de la infección con					
G03: Control Fagos					G07: Fagos y bacterias inoculados al mismo t					
G04: Fagos 3 días consecutivos antes de la infección con bacterias					G08: Fagos un día antes y un día después de i					

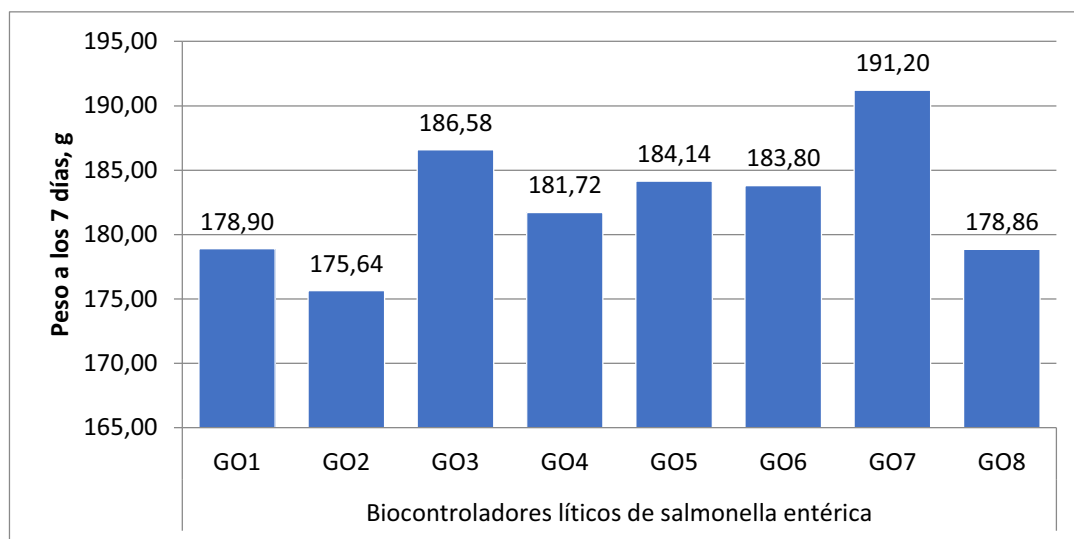
Medias con letras diferentes en la columna, difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey

El peso promedio de los pollitos al día de llegada fue de 49.70 g, para presentar a los 7 días de edad mediante la prueba de Tuckey, las mejores respuestas con el empleo de G07 (Fagos y bacterias inoculados al mismo tiempo), por cuanto los pollitos registraron pesos de 191.20 g, en cambio, las menores respuestas se encontraron al emplearse el tratamiento G02 (Control Positivo con bacterias), ya que estos animales presentaron pesos de 175.64 g, como se puede observar en la Tabla 6 y Figura 1.

**Tabla 6**  
**Pesos de pollos de engorde a los 7 días de edad (g), por efecto del empleo de biocontroladores líticos para el control de Salmonella entérica**

Biocontroladores líticos	Peso a 7 días, g	Rango
G01: Control Negativo. Antibiótico	178,90	bc
G02: Control Positivo. Bacterias	175,64	c
G03: Control Fagos	186,58	ab
G04: Fagos 3 días consecutivos antes de la infección con bacterias	181,72	bc
G05: Fagos un día antes de la infección con bacterias	184,14	ab
G06: Fagos un día después de la infección con bacterias	183,80	abc
G07: Fagos y bacterias inoculados al mismo tiempo	191,20	a
G08: Fagos un día antes y un día después de infección con bacterias	178,86	bc
Promedio	182,61	

Medias con letras diferentes en la columna, difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tuckey.




**Figura 2 Pesos (g) a los 7 días de edad de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para el control de Salmonella entérica, en zonas de altura**

Los pesos que se indican en la Tabla 7 y representados en el Figura 2, corresponden a los 21 de edad de los pollitos, los mismos que registran diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), por cuanto los animales del grupo G02, mostraron los menores pesos corporales (895.30 g) a diferencia de la aves que recibieron el tratamiento G07 y que alcanzaron pesos de hasta 974.60 g.

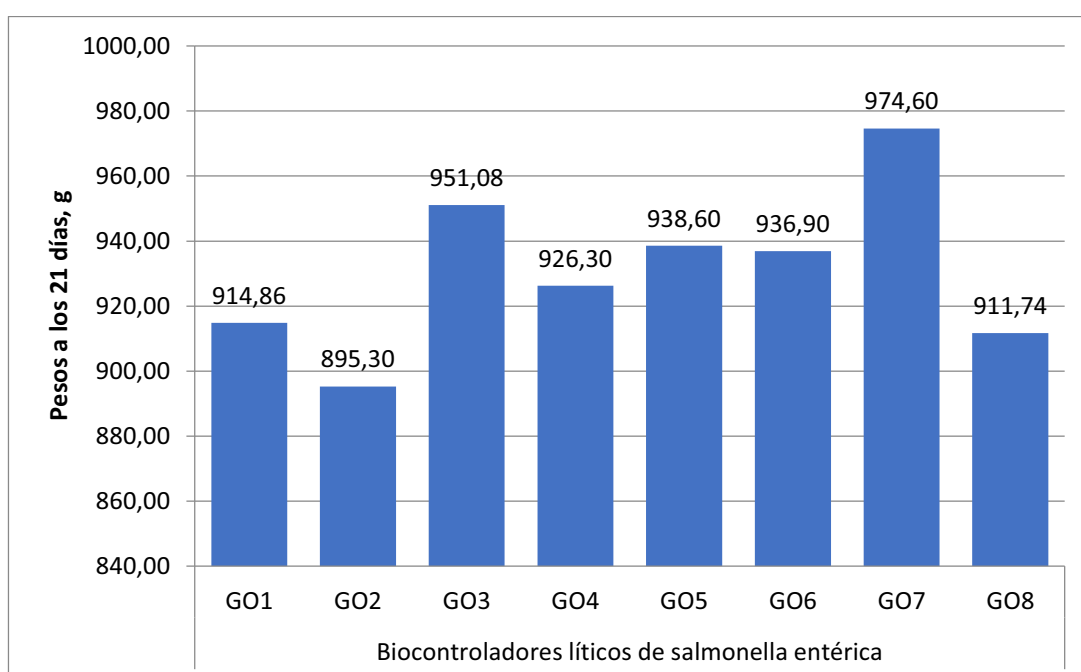
**Tabla 7 Pesos de pollos de engorde a los 21 días de edad (g), por efecto del empleo de biocontroladores líticos para el control de Salmonella entérica**

Biocontroladores líticos	Peso a 21 días, g	Rango
G01: Control Negativo. Antibiótico	914,86	bc
G02: Control Positivo. Bacterias	895,30	c
G03: Control Fagos	951,08	ab
G04: Fagos 3 días consecutivos antes de la infección con bacterias	926,30	bc
G05: Fagos un día antes de la infección con bacterias	938,60	ab

Continua 

G06: Fagos un día después de la infección con bacterias	936,90	abc
G07: Fagos y bacterias inoculados al mismo tiempo	974,60	A
G08: Fagos un día antes y un día después de infección con bacterias	911,74	bc
Promedio	931,17	

Medias con letras diferentes en la columna, difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tuckey.



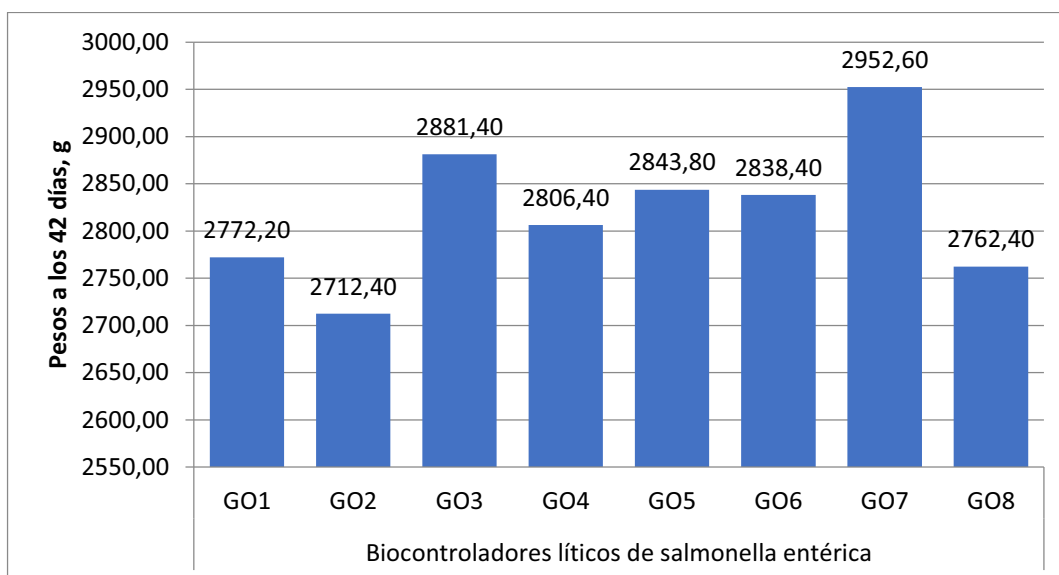
**Figura 3 Pesos (g) a los 21 días de edad de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para el control de Salmonella entérica, en zonas de altura**

Según la Tabla 8, los mayores pesos a 42 días de edad se alcanzaron en los pollitos que se les aplicó el tratamiento G07 (Fagos y bacterias inoculados al mismo tiempo), con 2952.60 g, a diferencia de los animales del tratamiento G02 (Control Positivo con bacterias), que mostraron los pesos más bajos y que fueron de 2712.40 g, que estadísticamente mediante la prueba de Tuckey son diferentes ( $P < 0.01$ ), por cuanto existe una diferencia entre estos de 240.20 g (Figura 3).

**Tabla 8**  
**Pesos de pollos de engorde a los 42 días de edad (g), por efecto del empleo de biocontroladores líticos para el control de Salmonella entérica**

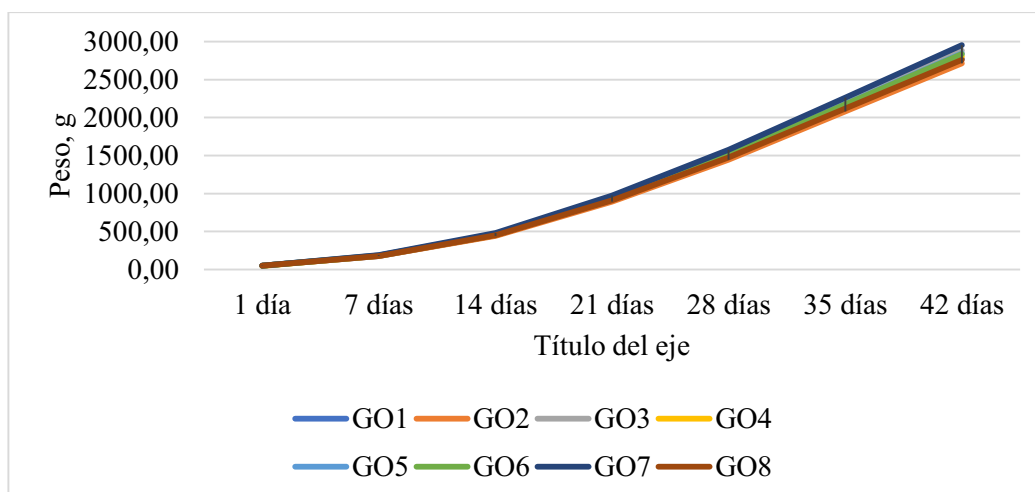
<b>Biocontroladores líticos</b>	<b>Peso a 42 días, g</b>	<b>Rango</b>
G01: Control Negativo. Antibiótico	2772,20	bc
G02: Control Positivo. Bacterias	2712,40	c
G03: Control Fagos	2881,40	ab
G04: Fagos 3 días consecutivos antes de la infección con bacterias	2806,40	bc
G05: Fagos un día antes de la infección con bacterias	2843,80	ab
G06: Fagos un día después de la infección con bacterias	2838,40	abc
G07: Fagos y bacterias inoculados al mismo tiempo	2952,60	a
G08: Fagos un día antes y un día después de infección con bacterias	2762,40	bc
Promedio	2821,20	

Medias con letras diferentes en la columna, difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tuckey.



**Figura 4 Pesos (g) a los 42 días de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para el control de *Salmonella* entérica, en zonas de altura**

En la figura 4, se representan los pesos periódicos de los pollos de engorde por efecto de la aplicación de bacteriófagos líticos específicos e infectados con *Salmonella entérica*, en función de la edad, donde se observa que a partir del día 14 los pesos de los pollos que se les aplico el tratamiento G07, son superiores o los otros grupos.



**Figura 5 Comportamiento de los pesos (g) de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para el control de *Salmonella* entérica, en zonas de altura**

Las mejores respuestas conseguidas en los pollos que recibieron el coctel de



fagos y las bacterias de *Salmonella* inoculadas al mismo tiempo, pueden deberse a lo que señalan Sklar y Joerger (2001), Toro y col (2005) y Fiorentin et al (2005), quienes indicaron que la administración oral de una mezcla de bacteriófagos permite la reducción de la colonización a nivel intestinal en pollos broiler experimentalmente infectados, disminuyendo con ello la posibilidad de contaminación del tracto digestivo, por lo que los animales al parecer mejoraron la absorción de los nutrientes proporcionados y presentaron mejores pesos corporales, obteniéndose incluso pesos ligeramente superiores a los que indica Cobb-vantress.com. (2015), en su suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde Cobb500, donde se reporta que los pollos de 7 días de edad deben presentar pesos de 185 g, y en el presente trabajo fueron de 191.20 g, a los 14 días 943 g y se consiguieron 974.60 g; solamente a los 42 días los pesos obtenidos fueron inferiores a los referenciales de esta guía que es de 2857 g, pero en todo caso se confirma que en animales libres de bacterias patógenas presentan un mejor desempeño productivo.

#### **4.1.2 Ganancias de peso acumuladas**

Los análisis de varianza de las ganancias de peso acumuladas de los pollos a los 7, 14, 21, 28, 35 y 42 días de edad se indican en la Tabla 9, observándose que existen diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), por efecto de los tratamientos experimentales aplicados en todos los períodos considerados.

En la Tabla 10, se reportan las ganancias de peso acumuladas de los pollos de engorde por efecto de la aplicación de bacteriófagos líticos específicos e infectados con el inóculo de *Salmonella enterica* y que su análisis se desglosa a continuación:

**Tabla 9**  
**Análisis de varianza de las ganancias de peso de los pollos de engorde hasta los 42 días de edad**

<b>Ganancia de peso</b>	<b>FV</b>	<b>S.C.</b>	<b>gl</b>	<b>C.M.</b>	<b>Fcal</b>	<b>Prob.</b>
Al día 7, g	Tratamientos	759,487	7	108,498	7,111	0,00
	Error	488,232	32	15,257		0
	Total	1247,719	39			
Al día 14, g	Tratamientos	4974,236	7	710,605	7,406	0,00
	Error	3070,240	32	95,945		0
	Total	8044,476	39			
Al día 21, g	Tratamientos	21099,728	7	3014,247	7,467	0,00
	Error	12918,252	32	403,695		0
	Total	34017,980	39			
Al día 28, g	Tratamientos	55588,466	7	7941,209	7,468	0,00
	Error	34028,944	32	1063,404		0
	Total	89617,410	39			
Al día 35, g	Tratamientos	115247,132	7	16463,876	7,452	0,00
	Error	70702,316	32	2209,447		0
	Total	185949,448	39			
Al día 42, g	Tratamientos	196450,400	7		7,450	0,00
	Error	120545,600	32	3767,050		0
	Total	316996,000	39			

Prob.<0.01: Existen diferencias altamente significativas.

**Tabla 10**  
**Ganancias de pesos acumuladas de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores**

Biocontroladores líticos	Ganancias de peso acumuladas, g							
	7 días		14 días		21 días		28 días	
GO1	129,10	bc	401,64	bc	865,06	bc	1428,96	bc
GO2	126,24	c	392,10	c	845,90	c	1397,48	c
GO3	136,38	ab	418,78	ab	900,88	ab	1486,82	ab
GO4	133,12	abc	408,16	bc	877,70	bc	1448,40	bc
GO5	134,14	abc	412,84	ab	888,60	ab	1466,92	ab
GO6	134,40	ab	412,58	ab	887,50	ab	1464,72	ab
GO7	140,80	a	430,18	a	924,20	a	1524,68	a
GO8	129,06	bc	399,80	bc	861,94	bc	1423,64	bc
Promedio	132,91		409,51		881,47		1455,20	
Error estándar	0,89		2,27		4,67		7,58	
Significancia	**		**		**		**	
Coef. de variación, %	2,94		2,39		2,28		2,24	

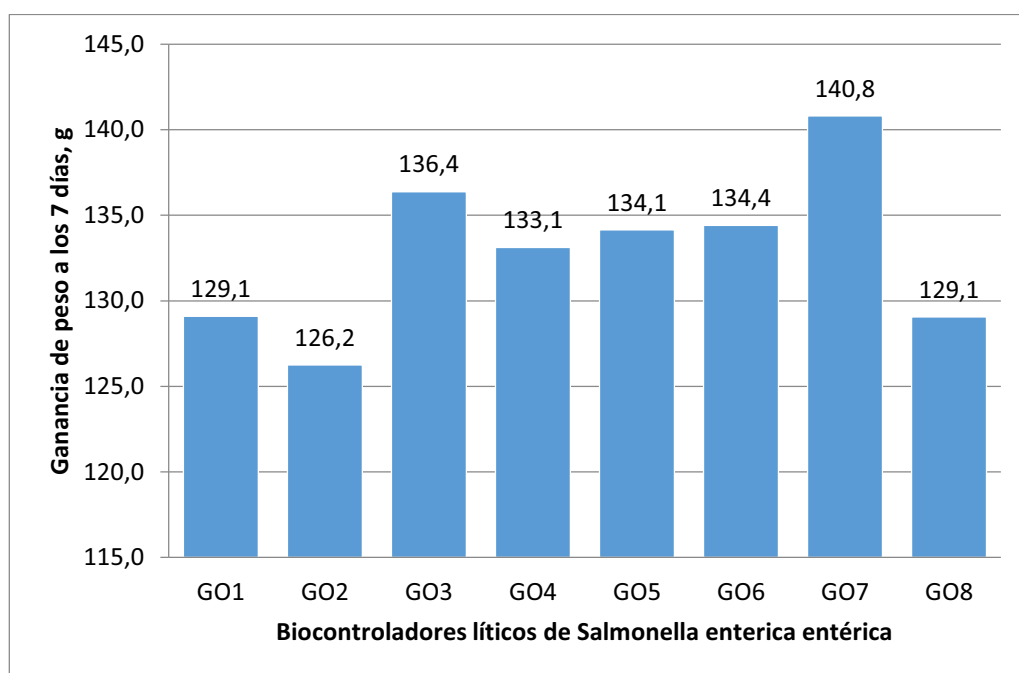
G01: Control Negativo. G05: Fagos un día antes de la infección  
 Antibiótico G06: Fagos un día después de la infección  
 G02: Control Positivo. Bacterias G07: Fagos y bacterias inoculados al mismo tiempo  
 G03: Control Fagos G08: Fagos un día antes y un día después de la infección  
 G04: Fagos 3 días consecutivos antes de la infección con bacterias  
 Medias con letras diferentes en la columna, difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey.

De acuerdo a la Tabla 11, las ganancias de pesos de los pollitos hasta los 7 días de edad son diferentes estadísticamente ( $P < 0.01$ ), por cuanto los pollos del grupo G02, registraron los menores incrementos de peso, a diferencias de los animales del grupo G07, que presentaron ganancias de peso de 140.80 g, que son los más altos hasta este período, como se observa en el Figura 5.

**Tabla 11**  
**Ganancias de peso de pollos de engorde hasta a los 7 días de edad (g), por efecto del empleo de biocontroladores líticos para el control de Salmonella entérica**

Biocontroladores líticos	Ganancia de peso a 7 días, g	Rango
G01: Control Negativo. Antibiótico	129,10	bc
G02: Control Positivo. Bacterias	126,24	c
G03: Control Fagos	136,38	ab
G04: Fagos 3 días consecutivos antes de la infección con bacterias	133,12	abc
G05: Fagos un día antes de la infección con bacterias	134,14	abc
G06: Fagos un día después de la infección con bacterias	134,40	ab
G07: Fagos y bacterias inoculados al mismo tiempo	140,80	a
G08: Fagos un día antes y un día después de infección con bacterias	129,06	bc
Promedio	132,91	

Medias con letras diferentes en la columna, difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tuckey.



**Figura 6 Ganancia de peso (g) a los 7 días de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para Salmonella entérica, en zonas de altura**

En la tabla 12, se puede observar que las mayores ganancias de peso hasta los 21 días de edad de los pollos, se consiguieron cuando se los aplicó el tratamiento G07 presentando un incremento de 924.20 g, en cambio que con el empleo del tratamiento G02 se encontraron los menores ganancias de peso con apenas 845.90 g, por lo que entre estos valores existen diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), como se aprecia en el figura 6.

**Tabla 12**  
**Ganancias de peso de pollos de engorde hasta a los 21 días de edad (g), por efecto del empleo de biocontroladores líticos para el control de Salmonella entérica**

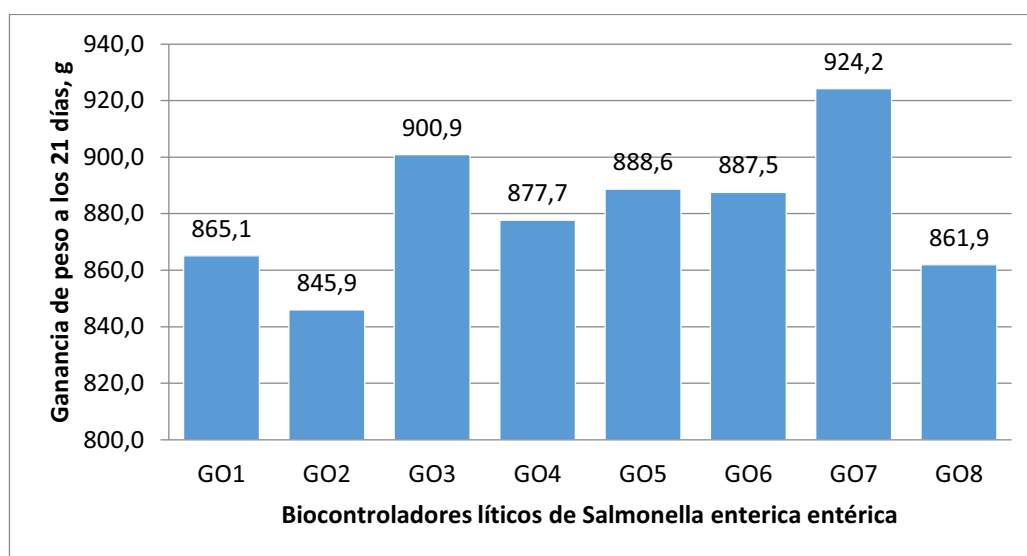
Biocontroladores líticos	Ganancia de peso a 21 días, g	Rango
G01: Control Negativo. Antibiótico	865,06	bc
G02: Control Positivo. Bacterias	845,90	c
G03: Control Fagos	900,88	ab

Continúa



G04: Fagos 3 días consecutivos antes de la infección con bacterias	877,70	bc
G05: Fagos un día antes de la infección con bacterias	888,60	ab
G06: Fagos un día después de la infección con bacterias	887,50	ab
G07: Fagos y bacterias inoculados al mismo tiempo	924,20	a
G08: Fagos un día antes y un día después de infección con bacterias	861,94	bc
Promedio	881,47	

Medias con letras diferentes en la columna, difieren estadísticamente según a la prueba de Tuckey.



**Figura 7 Ganancia de peso (g) hasta los 21 días de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para Salmonella entérica, en zonas de altura.**

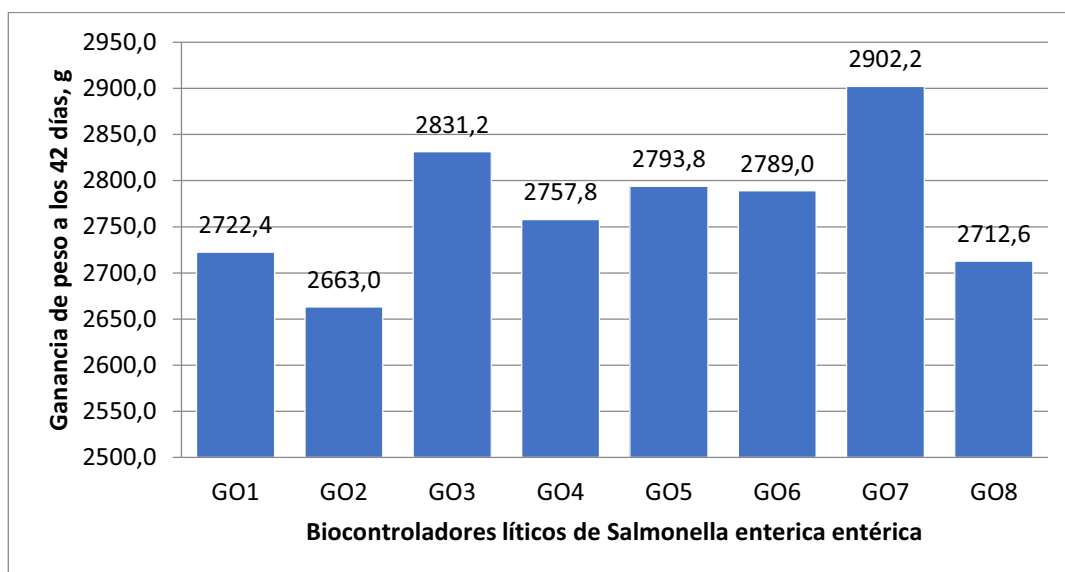
A los 42 días de edad según la Tabla 13, con la aplicación del tratamiento G07, se consiguió ganancias de peso de 2902.20 g, no así los pollos que se sometieron al tratamiento G02, los cuales presentaron menores incrementos de peso y que fueron de 2663.00 g, existiendo entre estas respuestas diferencias estadísticas,

ya que entre estos existe una diferencia en el incremento de peso de 239.20 g, que productivamente son representativas (Figura7).

**Tabla 13**  
**Ganancias de peso de pollos de engorde hasta a los 42 días de edad (g), por efecto del empleo de biocontroladores líticos para el control de Salmonella entérica**

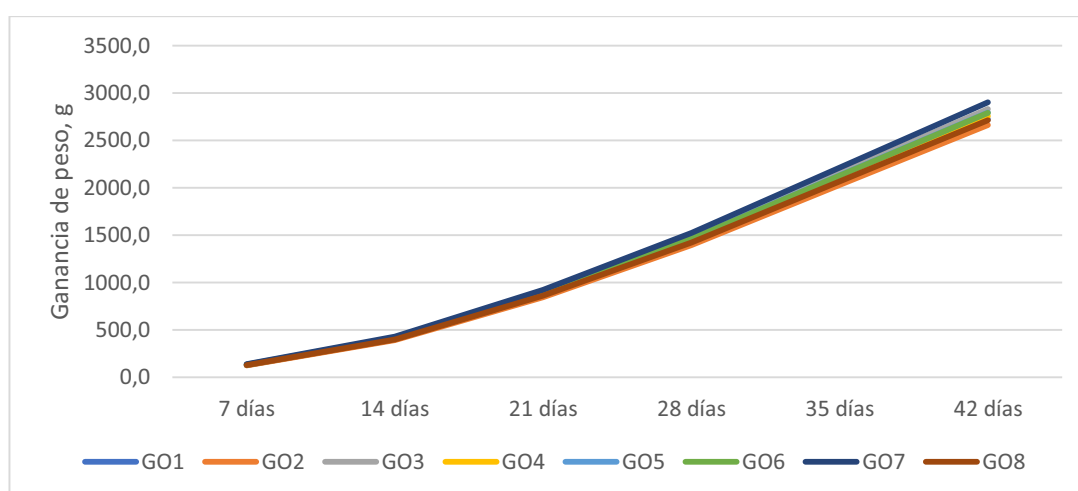
<b>Biocontroladores líticos</b>	<b>Ganancia de peso a 42 días, g</b>	<b>Rango</b>
G01: Control Negativo. Antibiótico	2722,40	bc
G02: Control Positivo. Bacterias	2663,00	c
G03: Control Fagos	2831,20	ab
G04: Fagos 3 días consecutivos antes de la infección con bacterias	2757,80	bc
G05: Fagos un día antes de la infección con bacterias	2793,80	ab
G06: Fagos un día después de la infección con bacterias	2789,00	ab
G07: Fagos y bacterias inoculados al mismo tiempo	2902,20	a
G08: Fagos un día antes y un día después de infección con bacterias	2712,60	bc
Promedio	2771,50	

Medias con letras diferentes en la columna, difieren estadísticamente según a la prueba de Tuckey.



**Figura 8 Ganancia de peso (g) a los 42 días de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para *Salmonella* entérica, en zonas de altura**

En el Figura 8, se representan los las ganancias de peso acumuladas periódicas de los pollos de engorde por efecto de la aplicación de bacteriófagos líticos específicos e infectados con *Salmonella entérica*, donde se observa que con el tratamiento G07 (Fagos y bacterias inoculados al mismo tiempo), a partir del día 14 las ganancias de peso son superiores o las de los otros grupos.



**Figura 9 Comportamiento de las ganancias de peso (g) de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para *Salmonella* entérica, en zonas de altura.**



Con la aplicación del coctel de fagos y bacterias de *Salmonella* inoculadas al mismo tiempo se obtuvieron las mejores respuestas en las ganancias peso acumuladas y que puede deberse posiblemente a lo que señalan Xie, et al (2005), quienes reportan que cuando se aplica un tratamiento con bacteriófagos para el control de la *Salmonella entérica* es tan específico que no afecta otros microorganismos, más aun si han sido experimentalmente infectados, lo que mantiene un favorable balance de la flora bacteriana intestinal, además de que muestran resistencia a otras enfermedades intestinales, de ahí que al tenerse pollos libres de patógenos estos presentarían mejores incrementos de peso, por que aprovechan de mejor manera el alimento proporcionado, ya que adicionalmente las ganancias de peso obtenidas con el tratamiento G07, son las más cercanas las referenciales que señala Cobb-vantress.com. (2015), en su suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde Cobb500, donde se indica que los pollos hasta los 7 días de edad deben incrementar su peso en 140 g, que es similar a la conseguida en el presente trabajo y que fue de 140.80 g, en cambio son superiores hasta los 14 días por que se señala incrementos de peso de 903 g y se alcanzó 924.20 g; al igual que a los 42 días las ganancias de peso referenciales son de 2857 g y se obtuvieron 2902.20 g, lo que permite confirmar que en animales libres de bacterias patógenas presentan un mejor desempeño productivo y que se consiguen al aplicarse el coctel de fagos y bacterias inoculadas al mismo tiempo.

#### **4.1.3 Consumo de alimento acumulado**

De acuerdo los análisis de varianza que se reportan en la Tabla 14, se establece que los diferentes protocolos de aplicación de bacteriófagos líticos específicos e infectados con *Salmonella entérica*, influyen en los consumos de alimento, por cuanto se registraron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), en todos los períodos evaluados. En la Tabla 15, se indican los consumos de alimento acumulados de los 7 hasta los 42 días de edad, por efecto de los protocolos de aplicación de bacteriófagos y bacterias de *Salmonella*.

**Tabla 14**  
**Análisis de varianza de los consumos de alimento de pollos de engorde hasta los 42 días de edad**

<b>Consumo de alimento</b>	<b>FV</b>	<b>S.C.</b>	<b>gl</b>	<b>C.M.</b>	<b>Fcal</b>	<b>Prob.</b>
Al día 7, g	Tratamientos	1300,072	7	185,725	7,099	0,000
	Error	837,188	32	26,162		
	Total	2137,260	39			
Al día 14, g	Tratamientos	8955,340	7	1279,334	7,411	0,000
	Error	5524,200	32	172,631		
	Total	14479,540	39			
Al día 21, g	Tratamientos	38493,023	7	5499,003	7,475	0,000
	Error	23540,632	32	735,645		
	Total	62033,655	39			
Al día 28, g	Tratamientos	120514,403	7	17216,343	7,467	0,000
	Error	73777,356	32	2305,542		
	Total	194291,759	39			
Al día 35, g	Tratamientos	293401,444	7	41914,492	7,454	0,000
	Error	179949,176	32	5623,412		
	Total	473350,620	39			
Al día 42, g	Tratamientos	587773,312	7	83967,616	7,451	0,000
	Error	360624,556	32	11269,517		
	Total	948397,868	39			

Prob. <0.01: Existen diferencias altamente significativas.

**Tabla 15****Consumos de alimento acumulados de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores de Salmonella**

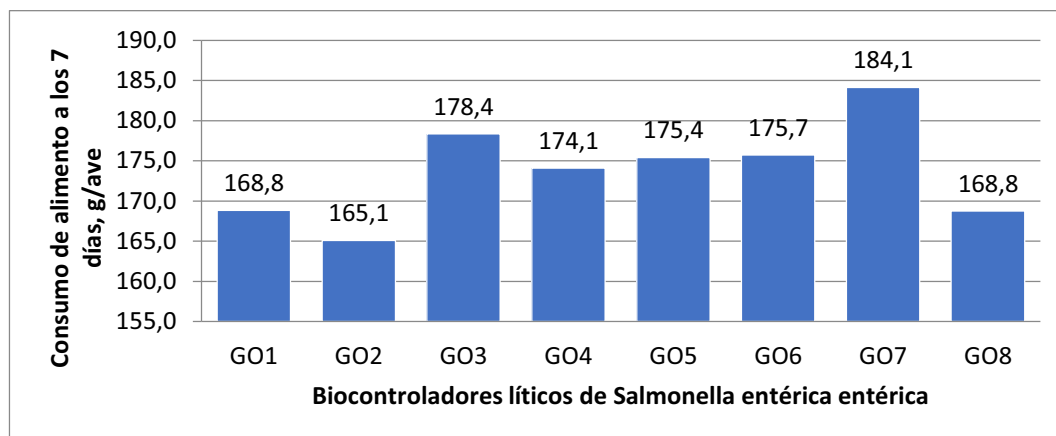
Biocontroladores líticos	Consumos de alimento acumulados, g/ave									
	7 días		14 días		21 días		28 días		35 días	
GO1	168,82	bc	538,78	bc	1168,08	bc	2103,96	bc	3313,36	
GO2	165,08	c	525,98	c	1142,18	c	2057,64	c	3240,32	
GO3	178,36	ab	561,80	ab	1216,42	ab	2189,18	ab	3445,74	
GO4	174,10	abc	547,54	bc	1185,12	bc	2132,56	bc	3356,50	
GO5	175,42	abc	553,80	ab	1199,88	ab	2159,84	ab	3399,98	
GO6	175,74	ab	553,46	ab	1198,36	ab	2156,60	ab	3394,48	
GO7	184,12	a	577,08	a	1247,94	a	2244,92	a	3532,72	
GO8	168,76	bc	536,34	bc	1163,82	bc	2096,14	bc	3300,50	
Promedio	173,80		549,35		1190,23		2142,61		3372,95	
Error estándar	1,17		3,05		6,31		11,16		17,42	
Significancia	**		**		**		**		**	
Coef. de variación, %	2,94		2,39		2,28		2,24		2,22	
G01: Control Negativo. Antibiótico					G05: Fagos un día antes de la infección con bacterias					
G02: Control Positivo. Bacterias					G06: Fagos un día después de la infección con bacterias					
G03: Control Fagos					G07: Fagos y bacterias inoculados al mismo tiempo					
G04: Fagos 3 días consecutivos antes de la infección con bacterias					G08: Fagos un día antes y un día después de infección con bacterias					
Medias con letras diferentes en la columna, difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey										

De la Tabla 16, se establece que los consumos de alimento que presentaron los pollos de engorde hasta los 7 días de edad fueron entre 165.08 y 184.12 g y corresponden a las aves que se les aplicó los tratamientos G02 y G07, respectivamente (Figura 9), existiendo entre estos valores diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ).

**Tabla 16**  
**Consumos de alimento acumulados (g/ave) de pollos de engorde hasta a los 7 días de edad, por efecto del empleo de biocontroladores líticos para el control de Salmonella entérica**

Biocontroladores líticos	Consumo alimento a 7 días, g	Rango
G01: Control Negativo. Antibiótico	168,82	bc
G02: Control Positivo. Bacterias	165,08	c
G03: Control Fagos	178,36	Ab
G04: Fagos 3 días consecutivos antes de la infección con bacterias	174,10	abc
G05: Fagos un día antes de la infección con bacterias	175,42	abc
G06: Fagos un día después de la infección con bacterias	175,74	ab
G07: Fagos y bacterias inoculados al mismo tiempo	184,12	a
G08: Fagos un día antes y un día después de infección con bacterias	168,76	bc
Promedio	173,80	

Medias con letras diferentes en la columna, difieren estadísticamente según a la prueba de Tuckey.



**Figura 10 Consumo de alimento (g/ave) hasta los 7 días de edad de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para Salmonella entérica, en zonas de altura**

Hasta los 21 días de edad, de acuerdo a la Tabla 17 los pollos de engorde que mayor cantidad de alimento consumieron fueron los que se les aplicó el tratamiento G07 con 1247.94 g/ave, a diferencia de las aves que recibieron el tratamiento G02 en los cuales se establecieron consumos de 1142.18 g/ave, presentando entre estos valores diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), y que se representan en el cuadro 11.

**Tabla 17 Consumos de alimento acumulados (g/ave) de pollos de engorde hasta a los 21 días de edad, por efecto del empleo de biocontroladores líticos para el control de Salmonella entérica**

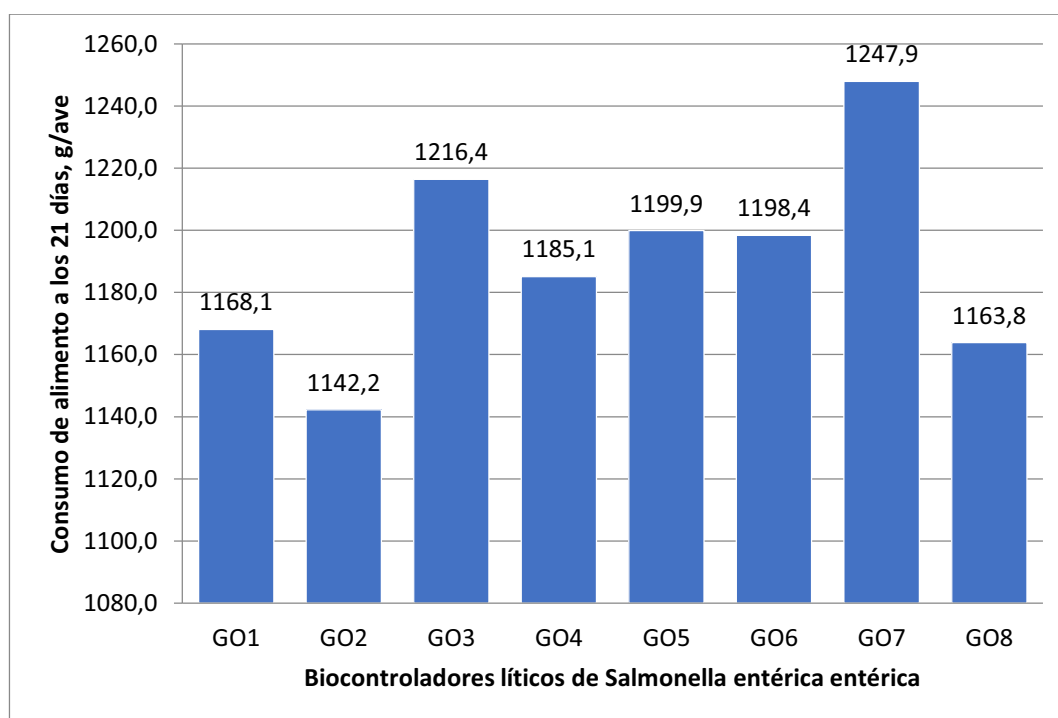
Biocontroladores líticos	Consumo alimento a 21 días, g	Rango
G01: Control Negativo. Antibiótico	1168,08	bc
G02: Control Positivo. Bacterias	1142,18	c
G03: Control Fagos	1216,42	ab
G04: Fagos 3 días consecutivos antes de la infección con bacterias	1185,12	bc
G05: Fagos un día antes de la infección con bacterias	1199,88	ab

Continua



G06: Fagos un día después de la infección con bacterias	1198,36	ab
G07: Fagos y bacterias inoculados al mismo tiempo	1247,94	a
G08: Fagos un día antes y un día después de infección con bacterias	1163,82	bc
Promedio	1190,23	

Medias con letras diferentes en la columna, difieren estadísticamente según a la prueba de Tuckey.



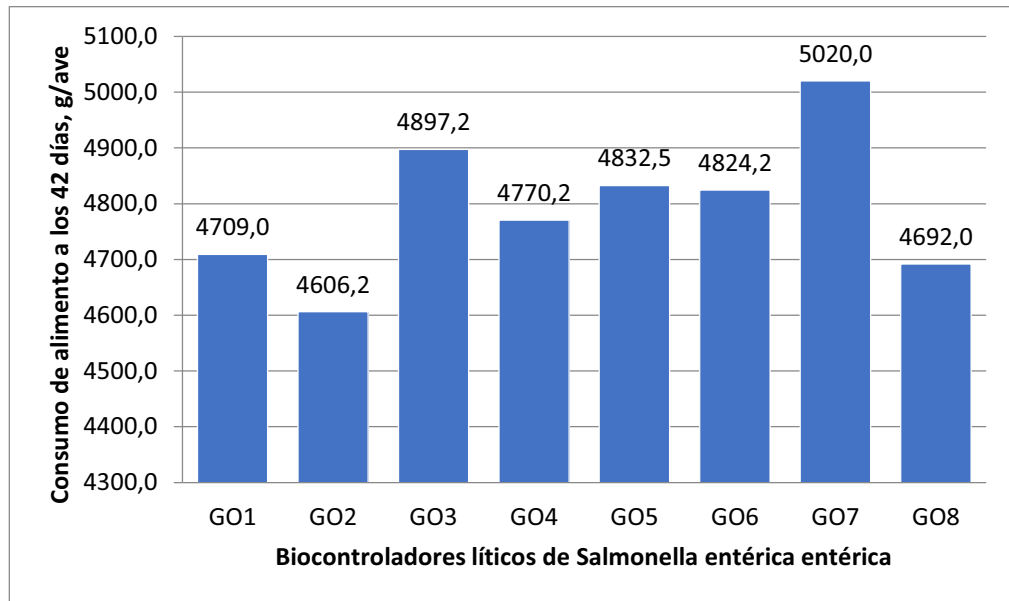
**Figura 11 Consumo de alimento (g/ave) hasta los 21 días de edad de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para *Salmonella enterica*, en zonas de altura**

Los consumos de alimento totales (hasta los 42 días de edad) de los pollos de engorde presentaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), por cuanto en la Tabla 18, se aprecia que los menores consumos registraron los pollos del grupo G02 con 4606.20 g/ave, a diferencia de los animales del grupo G07, que registraron consumos de hasta 5019.96 g/ave (Figura 11).

**Tabla 18**  
**Consumos de alimento acumulados (g/ave) de pollos de engorde hasta a los 42 días de edad, por efecto del empleo de biocontroladores líticos para el control de Salmonella entérica**

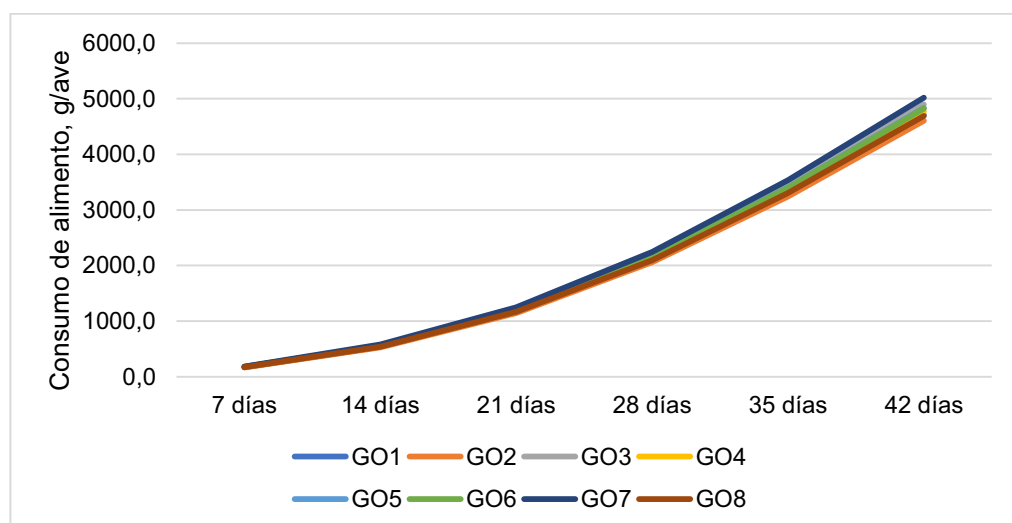
<b>Biocontroladores líticos</b>	<b>Consumo alimento a 42 días, g</b>	<b>Rango</b>
G01: Control Negativo. Antibiótico	4708,96	bc
G02: Control Positivo. Bacterias	4606,20	c
G03: Control Fagos	4897,16	ab
G04: Fagos 3 días consecutivos antes de la infección con bacterias	4770,22	bc
G05: Fagos un día antes de la infección con bacterias	4832,46	ab
G06: Fagos un día después de la infección con bacterias	4824,16	ab
G07: Fagos y bacterias inoculados al mismo tiempo	5019,96	a
G08: Fagos un día antes y un día después de infección con bacterias	4692,02	bc
Promedio	4793,89	

Medias con letras diferentes en la columna, difieren estadísticamente según a la prueba de Tuckey.



**Figura 12 Consumo de alimento (g/ave) hasta los 42 días de edad de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para *Salmonella* entérica, en zonas de altura**

En el Figura 12, se reportan los consumo de alimento acumulados de los pollos de engorde por efecto de la aplicación de bacteriófagos líticos específicos e infectados con *Salmonella entérica*, donde se observa que los animales que consumieron una mayor cantidad son aquellos a los que se les aplicó el coctel de fagos y bacterias inoculados al mismo tiempo (G07) y en menor cantidad los pollos del grupo control Positivo que se infectaron experimentalmente con *Salmonella entérica*.



**Figura 13 Comportamiento de los consumos de alimento (g/ave) de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos**



Los altos consumos de alimento presentados por los pollos de engorde que recibieron el tratamiento G07 (Fagos y bacterias inoculados al mismo tiempo), puede ser efecto de que estos animales presentaron mayores pesos corporales así como mejores incrementos de peso y por tanto requerirán una mayor cantidad de alimento para cubrir sus requerimientos nutritivos y presentar un mejor desarrollo corporal, ya que como se indicó la administración oral de una mezcla de bacteriófagos permite la reducción de la colonización de bacterias patógenas a nivel intestinal en pollos broiler experimentalmente infectados con *Salmonella entérica*, propiciando una mejor absorción de los nutrientes proporcionados y mejores pesos corporales como lo señalaron Sklar y Joerger (2001), Toro y col (2005) y Fiorentin et al (2005).

Al comparar los consumos encontrados en los pollos del grupo G07 con los referenciales que reporta Cobb-vantress.com. (2015), en su suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde Cobb500, que señala que los pollos de engorde deben presentar consumos acumulados de 167 g/ave hasta los 7 días, 1192 g/ave hasta los 21 días y 4786 g/ave, hasta los 42 días, se puede señalar que los animales del presente trabajo consumieron mayor alimento ya que estos fueron de 184.12, 1247.94 y 5019.96 g, en los mismos períodos considerados, respectivamente, pero que se justifica por los mayores pesos corporales presentados por las aves.

#### **4.1.4 Conversión alimenticia**

En la Tabla 19, se reportan los análisis de varianza de las conversiones alimenticias acumuladas de acuerdo a los diferentes protocolos de aplicación de bacteriófagos líticos específicos e infectados con *Salmonella entérica*, determinándose que estos tratamientos influyeron en las conversiones alimenticias, por cuanto se establece que existen diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre tratamientos hasta los 28 días de edad y diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), a los 35 y 42 días de edad de las aves. Las respuestas de las conversiones alimenticias acumuladas durante todo el período de evaluación se muestran en la Tabla 20.

**Tabla 19**  
**Análisis de varianza de las conversiones alimenticias de pollos de engorde hasta los 42 días de edad**

<b>Conversión alimenticia</b>	<b>FV</b>	<b>S.C.</b>	<b>gl</b>	<b>C.M.</b>	<b>Fcal</b>	<b>Prob.</b>
Al día 7, g	Tratamientos	0,00236	7	0,000337	3,484	0,007
	Error	0,00310	32	0,000097		
	Total	0,00546	39			
Al día 14, g	Tratamientos	0,00038	7	0,000055	3,366	0,008
	Error	0,00052	32	0,000016		
	Total	0,00090	39			
Al día 21, g	Tratamientos	0,00009	7	0,000014	3,994	0,003
	Error	0,00011	32	0,000003		
	Total	0,00020	39			
Al día 28, g	Tratamientos	0,00004	7	0,000006	3,421	0,008
	Error	0,00006	32	0,000002		
	Total	0,00010	39			
Al día 35, g	Tratamientos	0,00003	7	0,000004	3,281	0,010
	Error	0,00004	32	0,000001		
	Total	0,00006	39			
Al día 42, g	Tratamientos		7	0,000002	3,082	0,013
	Error	0,00002	32	0,000001		
	Total	0,00004	39			

Prob. < 0.05: Existen diferencias significativas.

Prob. <0.01: Existen diferencias altamente significativas.

**Tabla 20**

**Conversiones alimenticias acumuladas de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para *Salmonella* entérica, en zonas de altura**

Biocontroladores líticos	Conversiones alimenticias acumuladas									
	7 días		14 días		21 días		28 días		35 días	
GO1	0,944	ab	1,194	ab	1,277	abc	1,423	ab	1,558	ab
GO2	0,940	b	1,191	b	1,276	c	1,422	b	1,558	b
GO3	0,956	ab	1,198	ab	1,279	abc	1,424	ab	1,559	ab
GO4	0,958	ab	1,199	ab	1,279	ab	1,425	ab	1,560	ab
GO5	0,952	ab	1,197	ab	1,278	abc	1,424	ab	1,559	ab
GO6	0,956	ab	1,198	ab	1,279	abc	1,425	ab	1,559	ab
GO7	0,963	a	1,201	a	1,280	a	1,425	a	1,560	a
GO8	0,944	ab	1,193	ab	1,277	bc	1,423	ab	1,558	ab
Promedio	0,951		1,196		1,278		1,424		1,559	
Error estándar	0,0019		0,0008		0,0004		0,0003		0,0002	0
Significancia	**		**		**		**		*	
Coef. de variación, %	1,051		0,836		0,782		0,702		0,641	
G01: Control Negativo. Antibiótico										G05: Fagos un día antes de la infección con bacterias
G02: Control Positivo. Bacterias										G06: Fagos un día después de la infección con bacterias
G03: Control Fagos										G07: Fagos y bacterias inoculados al mismo tiempo
G04: Fagos 3 días consecutivos antes de la infección con bacterias										G08: Fagos un día antes y un día después de infección con bacterias

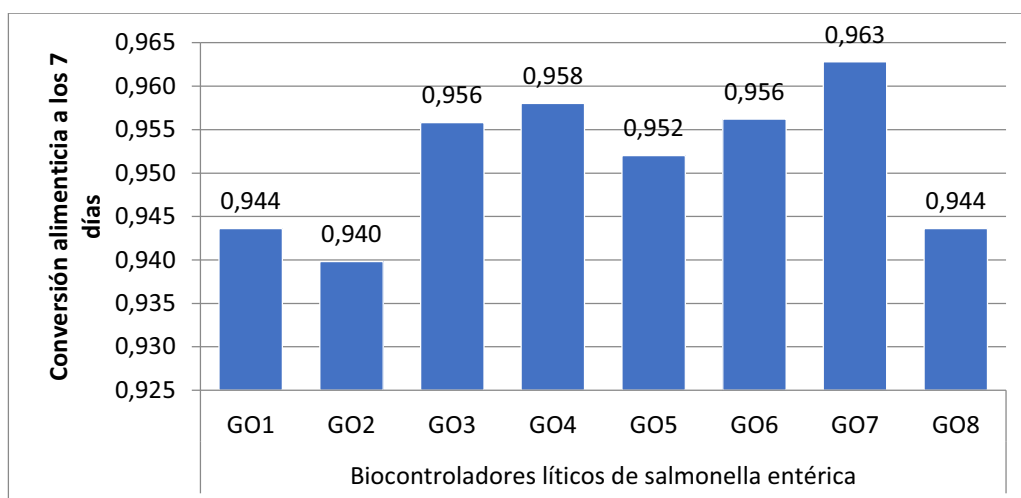
Medias con letras diferentes en la columna, difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey.

A los 7 días de edad de los pollitos, se establecieron las conversiones alimenticias que se reportan en la Tabla 21, y de donde se establece se establece que las respuestas más altas o menos eficientes presentaron los pollos del grupo G07, en tanto que la más eficiente fue la del grupo G02, por cuanto la cantidad de alimento que requirieron por kg de incremento de peso fue en el primer caso de 0.963 kg y en el segundo 0.940 kg, (Figura 13); a pesar de que sus variaciones son pequeñas, estadísticamente presentan diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ).

**Tabla 21**  
**Conversiones alimenticias de pollos de engorde hasta a los 7 días de edad, por efecto del empleo de biocontroladores líticos para el control de Salmonella entérica**

Biocontroladores líticos	Conversión alimenticia 7 días, g	Rango
G01: Control Negativo. Antibiótico	0,944	ab
G02: Control Positivo. Bacterias	0,940	b
G03: Control Fagos	0,956	ab
G04: Fagos 3 días consecutivos antes de la infección con bacterias	0,958	ab
G05: Fagos un día antes de la infección con bacterias	0,952	ab
G06: Fagos un día después de la infección con bacterias	0,956	ab
G07: Fagos y bacterias inoculados al mismo tiempo	0,963	a
G08: Fagos un día antes y un día después de infección con bacterias	0,944	ab
Promedio	0,951	

Medias con letras diferentes en la columna, difieren estadísticamente según a la prueba de Tuckey.



**Figura 14 Conversión alimenticia a los 7 días de edad de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para *Salmonella entérica*, en zonas de altura**

En la Tabla 22, se puede advertir que la conversión alimenticia más eficiente de los pollitos a los 21 días de edad, se consiguió cuando se aplicó el tratamiento G02, con un valor de 1.276, no así los pollos del Grupo G07 que se elevó a 1.280, cuyas diferencias son pequeñas (Figura 14), sin embargo estadísticamente presentan diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ).

**Tabla 22**

**Conversiones alimenticias acumuladas de pollos de engorde hasta a los 21 días de edad, por efecto del empleo de biocontroladores líticos para el control de *Salmonella entérica***

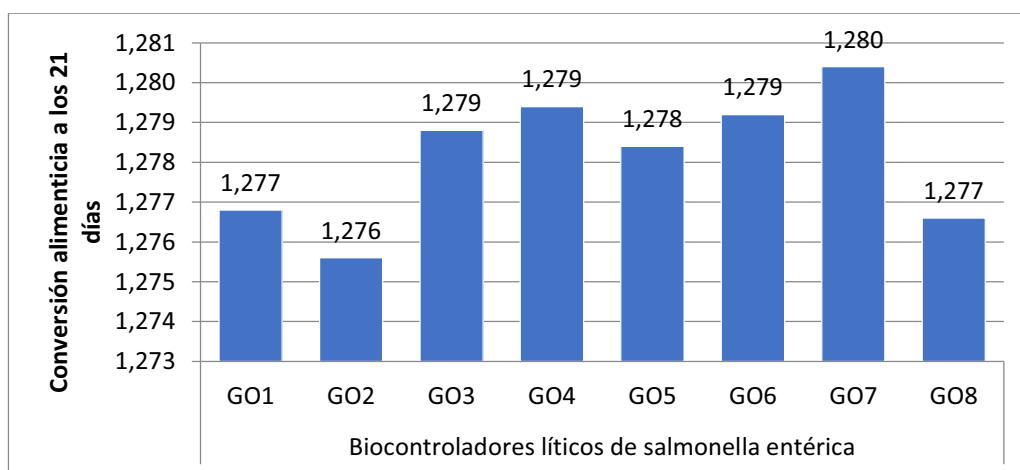
Biocontroladores líticos	Conversión alimenticia 21 días, g	Rango
G01: Control Negativo. Antibiótico	1,277	abc
G02: Control Positivo. Bacterias	1,276	c
G03: Control Fagos	1,279	abc
G04: Fagos 3 días consecutivos antes de la infección con bacterias	1,279	ab

Continúa



G05: Fagos un día antes de la infección con bacterias	1,278	abc
G06: Fagos un día después de la infección con bacterias	1,279	abc
G07: Fagos y bacterias inoculados al mismo tiempo	1,280	a
G08: Fagos un día antes y un día después de infección con bacterias	1,277	bc
Promedio	1,278	

Medias con letras diferentes en la columna, difieren estadísticamente según la prueba de Tuckey.



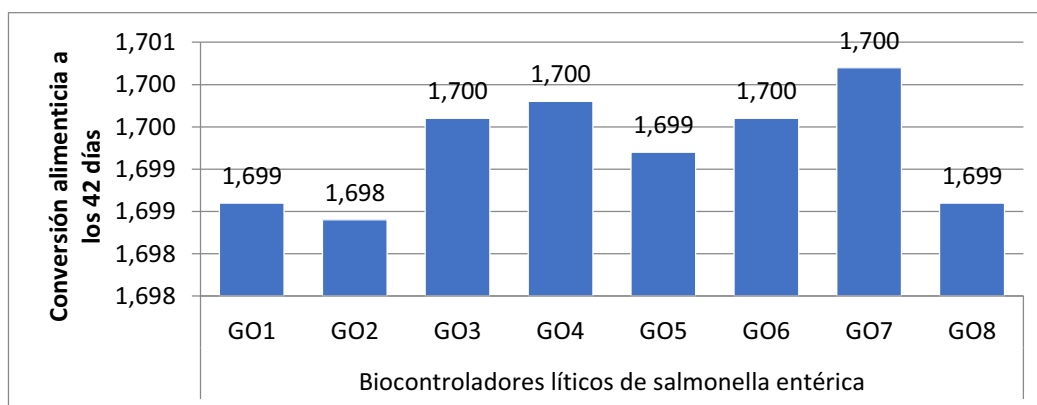
**Figura 15** Conversión alimenticia a los 21 días de edad de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para *Salmonella entérica*, en zonas de altura

Las conversiones alimenticias a los 42 días de edad de pollos, que se indican en la Tabla 23 y Figura 15, variaron entre 1,698 y 1.700, y que corresponden a los pollos que recibieron los tratamientos G02 y G07, es decir, a las de los pollos del grupo control positivo infectados con bacterias y de las aves que recibieron el coctel de fagos y las bacterias inoculados al mismo tiempo, es decir, notándose que entre estas respuestas las diferencias son pequeñas, sin embargo estadísticamente son diferentes ( $P < 0.05$ ).

**Tabla 23**  
**Conversiones alimenticias acumuladas de pollos de engorde hasta a los 42 días de edad, por efecto del empleo de biocontroladores líticos para el control de *Salmonella entérica***

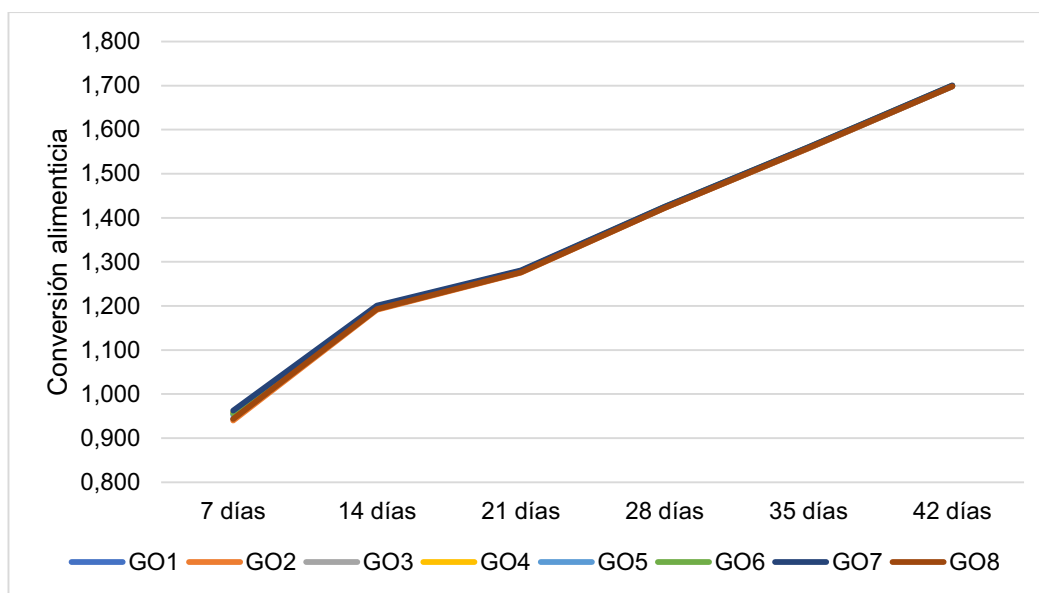
Biocontroladores líticos	Conversión alimenticia 42 días, g	Rango
G01: Control Negativo. Antibiótico	1,699	ab
G02: Control Positivo. Bacterias	1,698	b
G03: Control Fagos	1,700	ab
G04: Fagos 3 días consecutivos antes de la infección con bacterias	1,700	ab
G05: Fagos un día antes de la infección con bacterias	1,699	ab
G06: Fagos un día después de la infección con bacterias	1,700	ab
G07: Fagos y bacterias inoculados al mismo tiempo	1,700	a
G08: Fagos un día antes y un día después de infección con bacterias	1,699	ab
<b>Promedio</b>	1,699	

Medias con letras diferentes en la columna, difieren estadísticamente según a la prueba de Tuckey.



**Figura 16** Conversión alimenticia a los 42 días de edad de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para *Salmonella entérica*, en zonas de altura.

En la figura 16, se aprecia que las respuestas de la conversión alimenticia en los diferentes periodos de evaluación, presentaron similar comportamiento, aunque durante los primeros siete días existen pequeñas variaciones por efecto de la aplicación de bacteriófagos líticos específicos e infectados con *Salmonella entérica*.



**Figura 17 Comportamiento de las conversiones alimenticias de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para *Salmonella entérica*, en zonas de altura.**

Comparando las respuestas de las aves de los grupos G02 y G07, que son las que presentaron las respuestas más eficientes y menos eficientes en la conversión alimenticia, permiten indicar que estas respuestas se contraponen con relación a los pesos y a las ganancias de peso, por cuanto los animales que presentaron un mayor desarrollo corporal y que fueron las aves del grupo G07, consumieron una mayor cantidad de alimento por lo que su conversión alimenticia se elevó, sucediendo lo inverso con las aves de menores pesos, aunque entre los valores numéricamente son similares a los 42 días de edad, estadísticamente fueron diferentes.

Las respuestas encontradas tienden a ser más altas a las señaladas en la guía de la Cobb-vantress.com. (2015), donde se indica que a los 7 días de edad los pollos deben presentar una conversión alimenticia de 0.908, mientras que en el presente trabajo fue entre 0.940 y 0.963; a los 21 días se tiene como referencia 1.213 y se registraron respuestas de 1.276 y 1.280, en tanto que a los 42 días de un referencial de 1.68 los resultados alcanzados estuvieron entre 1.698 y 1.700, por lo que se considera que los pollos tuvieron un manejo y un desarrollo adecuado, a la



condiciones de altura en la que se realizó esta investigación, por cuanto Ingalls (2006), señala que cuando los programas son más eficientes se reduce el consumo de alimento, se mejora la conversión de alimento y decrece la duración del tiempo necesario para alcanzar cierto peso. Pero el crecimiento es el más importante. Si quiere hacerse mejor trabajo en el desarrollo del pollo de engorda, hay que acelerar la tasa de crecimiento, respuesta que se consiguió con la aplicación en los pollos del tratamiento G07 (Fagos y bacterias inoculados al mismo tiempo), aunque con un mayor consumo de alimento.

#### 4.1.5 Índice de eficiencia europeo (IEE)

Mediante el análisis de varianza que se indica en la Tabla 24, se establece que entre las medias de los Índices de eficiencia europeo (IEE), existen diferencias altamente significativas, por efecto de la aplicación de bacteriófagos líticos específicos e infectados con *Salmonella entérica*.

**Tabla 24**  
**Análisis de varianza del Índice de eficiencia europeo de pollos de engorde de 42 días de edad**

<b>FV</b>	<b>S.C.</b>	<b>gl</b>	<b>C.M.</b>	<b>Fcal</b>	<b>Prob.</b>
<b>Tratamientos</b>	3783,447	7	540,492	7,429	0,000
<b>Error</b>	2328,085	32	72,753		
<b>Total</b>	6111,532	39			

Prob. <0.01: Existen diferencias altamente significativas.

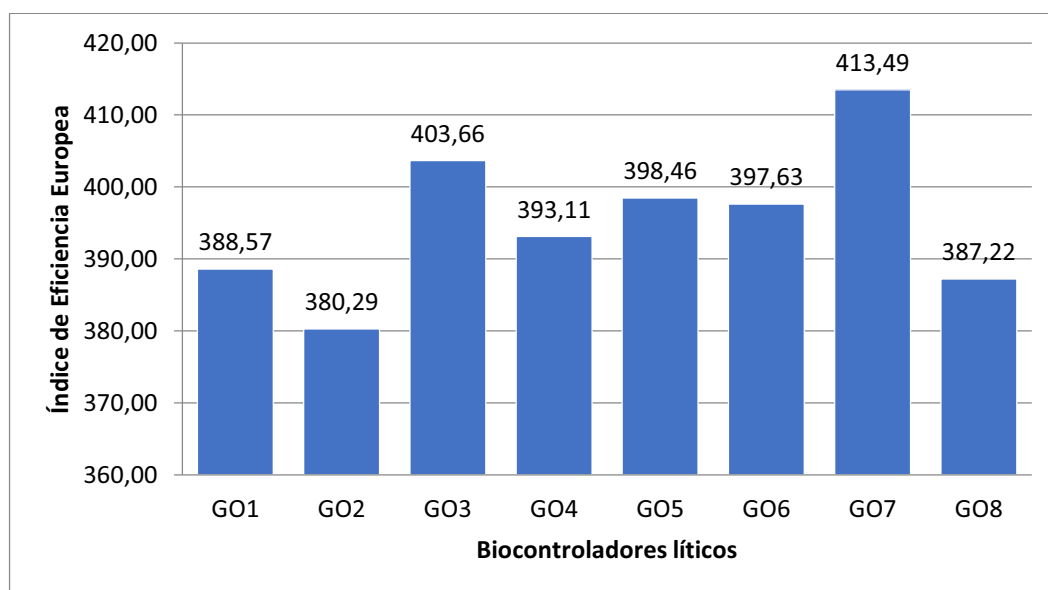
Según la Tabla 25, se establece que la mejor respuesta en cuanto al Índice de eficiencia europeo (IEE), presentaron los pollos que recibieron el tratamiento G07, con una respuesta de 413.49, aunque estadísticamente son similares a los alcanzados con los tratamientos G03 (Control con Fagos), G05 (Fagos un día antes de la infección con bacterias) y G06 (Fagos un día después de la infección con bacterias), que registraron valores de 403.66, 398.46 y 397.63, respectivamente (Figura 17), en tanto que la menor respuesta (380.26), se consiguió al emplearse el tratamiento G02

(Control Positivo. Bacterias), lo que denota que con la aplicación del coctel de fagos, los pollos mostraron un mejor desempeño productivo.

**Tabla 25**  
**Índice de eficiencia europeo de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para *Salmonella* entérica, en zonas de altura**

Biocontroladores líticos	Media	
GO1	388,57	bc
GO2	380,29	c
GO3	403,66	ab
GO4	393,11	bc
GO5	398,46	ab
GO6	397,63	abc
GO7	413,49	a
GO8	387,22	bc
Promedio	395,30	
Coeficiente de variación, %	2,16	

Medias con letras diferentes en la columna, difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tuckey.



**Figura 18** Índice de eficiencia europeo de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para *Salmonella* entérica, en zonas de altura

Al considerar las respuestas del IEE encontradas y que fueron entre 380.29 y 413.49 con los tratamientos G02 y G07 (en su orden), se considera que esta medida es una de las más importantes en la evaluación del desempeño productivo del lote de pollos de engorde, porque utiliza las medidas del peso corporal, el índice de conversión el tiempo de engorde y la viabilidad de las aves, por lo que la aplicación de los fagos y las bacterias inoculados al mismo tiempo (G07), presentaron el mejor desempeño productivo, respuestas que son superiores a las reportadas por Rosero, J. et al. (2012), Quienes al evaluar el comportamiento productivo en el trópico bajo de los pollos Ross 308 y Cobb 500 encontraron valores del IEE entre 305 y 318, por lo que además se confirma que todas las respuestas registradas en el presente trabajo, en forma general tuvieron un excelente comportamiento productivo, ya que estuvieron por encima de 220 puntos que es el valor mínimo esperado en aspectos productivos para definir el buen comportamiento de un lote (SOLLA, 2005).

#### 4.1.6 Peso canal, g

De acuerdo al análisis de varianza de los pesos a la canal que se indica en la Tabla 26, la aplicación de los diferentes protocolos de bacteriófagos líticos específicos e infectados con *Salmonella entérica*, presentaron diferencias altamente significativas.

**Tabla 26**  
**Análisis de varianza del peso a la canal de pollos de engorde de 42 días de edad**

FV	S,C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Tratamientos	233067,502	7	33295,357	6,597	0,000
Error	161514,592	32	5047,331		
Total	394582,094	39			

Prob. > 0.05: No existen diferencias estadísticas.

Prob. <0.01: Existen diferencias altamente significativas.

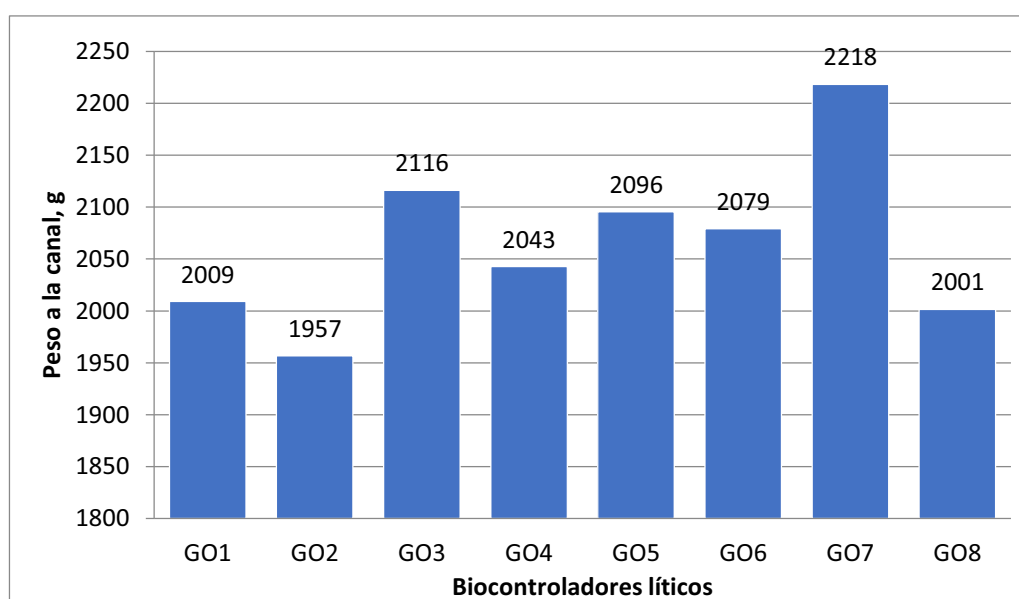
Los mayores pesos a la canal de los pollos se observaron en las que recibieron la aplicación del tratamiento G07, con un peso de 2218.16 g/canal, en tanto que de las aves del grupo G02 se obtuvieron canales con los menores pesos y que fueron de

1956.70 g, siendo estos dos valores los casos extremos (Tabla 27), por cuanto los otros grupos presentaron canales con pesos que estuvieron entre 2001.42y 2016.02 g, como se puede ver en el Figura 18.

**Tabla 27**  
**Peso a la canal (g) de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para *Salmonella* entérica, en zonas de altura**

Biocontroladores líticos	Media (g)	
GO1	2008,96	bc
GO2	1956,70	c
GO3	2116,02	ab
GO4	2042,60	bc
GO5	2095,60	abc
GO6	2079,24	abc
GO7	2218,16	a
GO8	2001,42	bc
Promedio	2064,84	
Coefficiente de variación, %	3,44	

Medias con letras diferentes en la columna, difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tuckey.



**Figura 19** Peso a la canal (g) de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para *Salmonella* entérica, en zonas de altura

Las respuestas de los pesos encontrados de las canales, determinan que cuando los pollos son infectados con *Salmonella entérica*, tienden a decrecer su desarrollo, reduciéndose su desempeño productivo como es lo determinado en las aves del tratamiento G02, en tanto que al aplicarse el coctel de fagos y bacterias de *Salmonella entérica* inoculadas al mismo tiempo, presentaron un efecto favorable, y que confirman lo indicado por Sklar y Joerger (2001), Toro y col (2005) y Fiorentin et al (2005), quienes señalaron que la administración de una mezcla de bacteriófagos permite la reducción de la colonización a nivel intestinal en pollos broiler experimentalmente infectados, disminuyendo la contaminación del tracto digestivo, los animales mejoran la absorción de los nutrientes proporcionados y presentaron mejores pesos corporales, encontrándose incluso que los pesos finales y a la canal alcanzados en el presente trabajo son superiores a que reportó Guachamin (2013), quien obtuvo pesos a la canal que variaron de 1874.50 a 2038.75 g, en animales que tuvieron pesos finales entre 2295.97 y 2480.60, en tanto que en el presente estudio fueron de 1957 g, a 2218 g/canal, en aves que tenían pesos vivos entre 2712.40 y 2952.60 g, confirmándose lo que señala Cobb-vantress.com. (2015), en que el peso y el rendimiento en carne depende de muchos factores, pero los que más influyen son el peso vivo del ave, la edad y la nutrición y a lo que debería también sumarse el estado sanitario de las aves.

#### 4.1.7 Rendimiento canal, %

Los rendimientos a la canal de los pollos, mediante el análisis de varianza (Tabla 28), presentan diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), por efecto de la aplicación de los diferentes protocolos de bacteriófagos líticos específicos e infectados con *Salmonella entérica*.

**Tabla 28**  
**Análisis de varianza del rendimiento a la canal de pollos de engorde de 42 días de edad**

FV	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Tratamientos	31,402	7	4,486	4,684	0,001
Error	30,644	32	0,958		
Total	62,046	39			

Prob. > 0.05: No existen diferencias estadísticas.

Prob. <0.01: Existen diferencias altamente significativas.

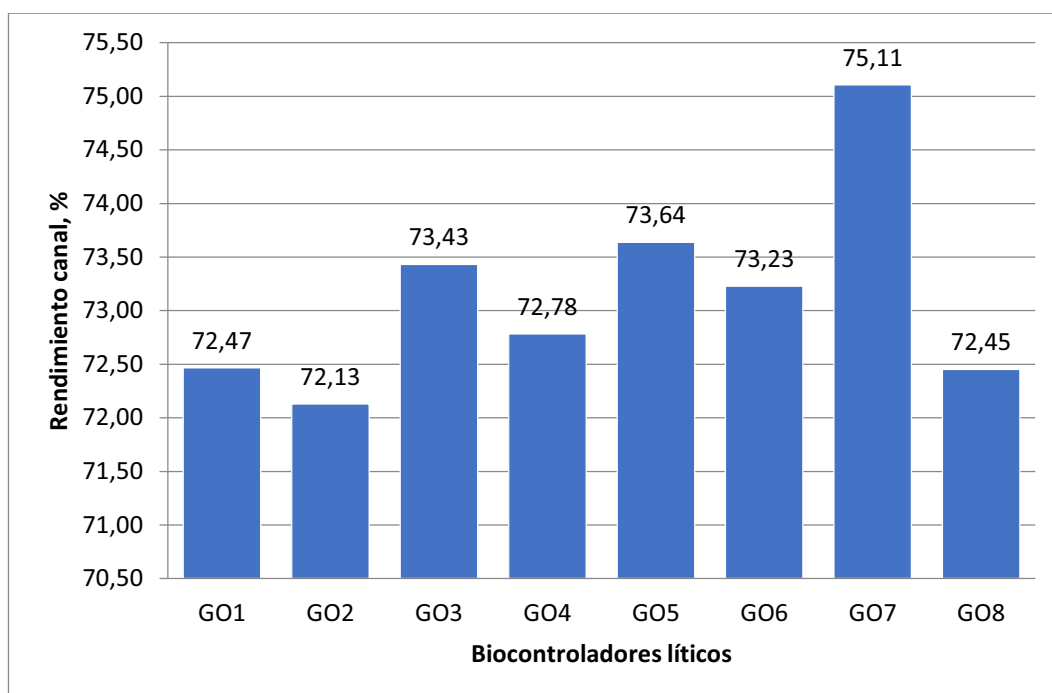
De acuerdo a la Tabla 29, los mayores rendimientos a la canal (75.11 %), se establecieron en las aves que recibieron la aplicación del tratamiento G07, aunque estadística son similares a los rendimientos obtenidos de las aves que recibieron los tratamientos G03 (Control Fagos), G05 (Fagos un día antes de la infección con bacterias ) y G06 (Fagos un día después de la infección con bacterias), con respuestas de 73.43, 73.64 y 73.23 %, respectivamente, en tanto que las menores respuestas se determinaron en las aves G01 (Control Negativo. Antibiótico), G02 (Control Positivo. Bacterias), G04 (Fagos 3 días consecutivos antes de la infección con bacterias) y G08 (Fagos un día antes y un día después de infección con bacterias), que mostraron rendimientos de 72.47, 72.13, 72.78 y 72.45 %, respectivamente (Cuadro20), por lo que se establece que es más beneficio aplicar al mismo tiempo el coctel de fagos y las bacterias de *Salmonella entérica* inoculadas.

**Tabla 29**

**Rendimiento a la canal (%) de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para *Salmonella entérica*, en zonas de altura**

Biocontroladores líticos	Media (%)	
<b>GO1</b>	72,47	b
<b>GO2</b>	72,13	b
<b>GO3</b>	73,43	ab
<b>GO4</b>	72,78	b
<b>GO5</b>	73,64	ab
<b>GO6</b>	73,23	ab
<b>GO7</b>	75,11	a
<b>GO8</b>	72,45	b
<b>Promedio</b>	73,15	
<b>Coefficiente de variación, %</b>	1,34	

Medias con letras diferentes en la columna, difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tuckey.



**Figura 20 Rendimiento a la canal (%) de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para *Salmonella enterica*, en zonas de altura**

El aplicar al mismo tiempo el coctel de fagos y las bacterias de *Salmonella enterica* inoculadas, permitió mejorar los rendimientos a la canal, obteniéndose una repuesta de 75.11 %, que es superior a las determinadas en las aves del grupo control positivo e infectadas con bacterias, en las cuales se establecieron rendimientos del 72.13 %, valores que son superiores a los señalados por Sindik et al (2012), quien al estudiar el rendimiento a la faena en pollos de engorde determinó rendimientos a la canal entre 69.33 y 71.86 %, diferencias que pueden deberse a lo indicado por Moreno (2005), quien sostiene que en los últimos 40 años la mejora y selección genética de estirpes cárnicas especializadas ha estado orientada a mejorar las transformaciones de pienso en carne (índice de conversión) y los incrementos en los rendimientos de la canal y de sus partes más nobles (filete), por cuanto indica que en el año 1991 los rendimientos a la canal bordeaban el 69.3 % y en el 2001 se elevó a 74.1 %, de igual manera Cobb-vantress.com. (2015), indica que el rendimiento de la carcasa y de la carne de pechuga aumentan en función del peso vivo a cualquier edad dada; y a lo que se suma lo indicado por Nunes (2005), en que hay que tener en cuenta, todavía, ciertos factores que pueden afectar este porcentaje, pues la presentación de las canales varía de país a país, pues consideran que generalmente se hace con o sin cuello, con o sin pulmones, con o sin tráquea, con o sin cabeza, entre otras

preferencias; por lo que Solana (2006), manifiesta que los pollos de engorde tienen un rendimiento de canal cuando se considera la canal con la cabeza, del 77 al 83 %.

#### 4.1.8 Peso pechuga, g

El análisis de varianza de los pesos de las pechugas de los pollos (Tabla 30), determina que existen diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), por efecto de la aplicación de los diferentes protocolos de bacteriófagos líticos específicos e infectados con *Salmonella entérica*.

**Tabla 30**  
**Análisis de varianza del peso de la pechuga de pollos de engorde de 42 días de edad**


FV	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Tratamientos	74585,256	7	10655,037	12,274	0,000
Error	27778,040	32	868,064		
Total	102363,296	39			

Prob.<0.01: Existen diferencias altamente significativas.

Según la Tabla 31. Las pechugas más pesadas presentaron los pollos que se les aplicó lo fagos y bacterias inoculados al mismo tiempo (G07), con un peso de 528.08 g, en cambio que las menores respuestas se observaron en los pollos del grupo control positivo infectados con bacterias (G02), que presentaron pechugas de 368,16 g, mientras que los grupos considerados presentaron respuestas entre las anotadas como se observa en el Figura 21.

**Tabla 31**  
**Peso de la pechuga (g) de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para Salmonella entérica, en zonas de altura**

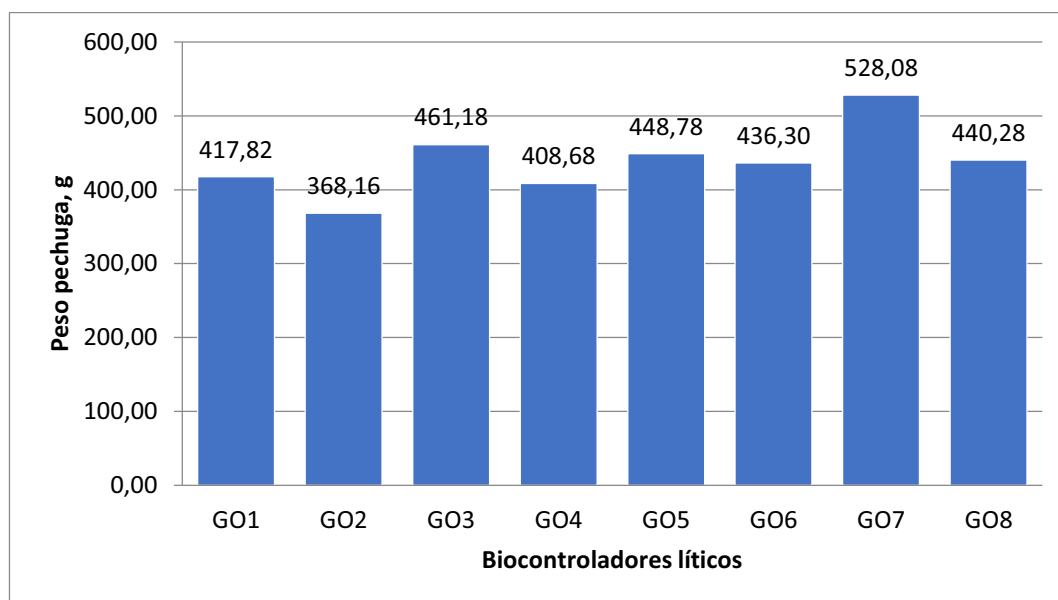
Biocontroladores líticos	Media (g)	
GO1	417,82	bc
GO2	368,16	c

Continua 



GO3	461,18	b
GO4	408,68	bc
GO5	48,78	b
GO6	436,30	b
GO7	528,08	a
GO8	440,28	b
Promedio	438,66	
Coeficiente de variación, %	6,72	

Medias con letras diferentes en la columna, difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tuckey.



**Figura 21** Peso de la pechuga (g) de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para *Salmonella entérica*, en zonas de altura

#### 4.1.9 Rendimiento de la pechuga, %

Mediante el análisis de varianza de los rendimientos de pechuga de los pollos de engorde por efecto de la aplicación de los diferentes protocolos de bacteriófagos líticos específicos e infectados con *Salmonella entérica*, se estable que existen diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) en las respuestas encontradas (Tabla 32).

**Tabla 32**  
**Análisis de varianza del rendimiento de la pechuga de pollos de engorde de 42 días de edad**

<b>FV</b>	<b>S.C.</b>	<b>gl</b>	<b>C.M.</b>	<b>Fcal</b>	<b>Prob.</b>
Tratamientos	76,000	7	10,857	7,825	0,000
Error	44,400	32	1,388		
<b>Total</b>	<b>120,400</b>	<b>39</b>			

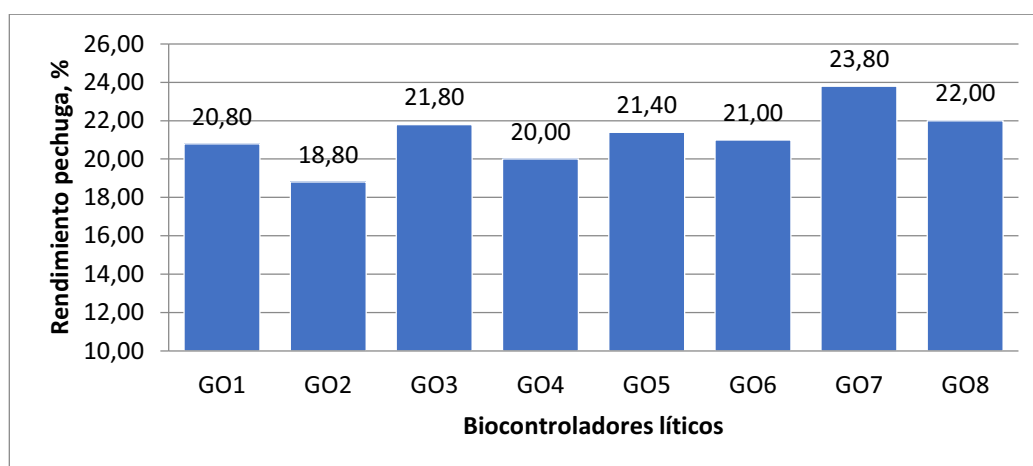
Prob. <0.01: Existen diferencias altamente significativas

De acuerdo a la Tabla 33, el mayor rendimiento de pechuga presentaron los animales del grupo G07 (fagos y bacterias inoculados al mismo tiempo) alcanzando el 23.80 % mientras que de los pollos del tratamiento G02 (control positivo infectados con bacterias) su rendimiento fue de apenas 18.80 %, lo que demuestra que con la aplicación de G07 los pollos presentan un mejor desempeño productivo (Figura 21)

**Tabla 33**  
**Rendimiento de la pechuga (%) de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para Salmonella entérica, en zonas de altura**

<b>Biocontroladores líticos</b>	<b>Media (%)</b>	
GO1	20,80	bc
GO2	18,80	c
GO3	21,80	ab
GO4	20,00	bc
GO5	21,40	ab
GO6	21,00	bc
GO7	23,80	a
GO8	22,00	ab
Promedio	21,20	
Error estándar	0,28	
Coeficiente de variación, %	5,56	

Medias con letras diferentes en la columna, difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tuckey.



**Figura 22 Rendimiento de la pechuga (%) de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos para *Salmonella entérica*, en zonas de altura.**

En los rendimientos de la pechuga hay que considerar lo que señala Cobb-vantress.com. (2015), en la Guía de manejo de estas aves, en que el rendimiento de las partes de la carcasa variará entre las plantas de proceso dependiendo, del tipo de equipo utilizado y de las partes o porciones exactas que sean producidas, así como también están en función del peso vivo del ave antes del sacrificio, por cuanto se indica que pollos de 2600 g de PV deben presentar un rendimiento de pechuga de 22.03 % y las aves con 3000 g de PV su rendimiento de pechuga debe ser de 22.49 %; tomándose como referencia estos valores y los resultados del presente trabajo, en lo que se determinó que los pollos que tenían 2712,40 g de PV presentaron un rendimiento de pechuga de 18,80 % y las aves con 2952,60 g de PV su rendimiento de pechuga fue de 23.80 %, siendo este valor superior al referencial y que se considera de los animales libres de *Salmonella entérica*, no así de los pollos más livianos que su rendimiento fue inferior y que corresponden a los animales del grupo control positivo infectados con bacterias, por consiguiente con la aplicación del coctel de fagos y bacterias inoculadas al mismo (G07), los pollos de engorde presentaron el 5 % más de rendimiento de pechuga que los animales del grupo G02, por cuanto se apreció un mejor desarrollo corporal en los animales libres de *Salmonella entérica*, gracias a la aplicación de la fagoterapia que representa una alternativa segura, confiable y específica con un alto grado de eficacia para control bacterias patógenas debido a la especificidad hacia el huésped (Gómez y Vives, 2009), como se observó en el presente trabajo en el caso de *Salmonella entérica*.

## 4.2 Análisis económico

Los resultados del análisis económico se reportan en la Tabla34, donde se toma en cuenta el consumo de insumos, los insumos veterinarios, los gastos en calefacción, servicios básicos y la mano de obra consumido, los insumos veterinarios, los gastos en calefacción, servicios básicos y la mano de obra consumido, mientras que en los ingresos se considera la venta de las aves de acuerdo al peso de la canal y la venta de la pollinaza como fertilizante orgánico.

**Tabla 34**  
**Análisis económico (dólares) de la producción de pollos de engorde por efecto del empleo de biocontroladores líticos, en zonas de altura**

		Biocontroladores líticos				
Parámetros:		GO1	GO2	GO3	GO4	GO5
<b>EGRESOS</b>						
Número de aves		50	50	50	50	50
Compra de aves	1	37,50	37,50	37,50	37,50	37,50
Alimento	2	115,37	112,85	119,98	116,87	118,40
Insumos Veterinarios	3	23,50	28,50	28,50	28,50	28,50
Calefacción	4	4,69	4,69	4,69	4,69	4,69
Servicios básicos	5	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Mano de obra	6	37,50	37,50	37,50	37,50	37,50
<b>TOTAL EGRESOS</b>		<b>223,56</b>	<b>226,04</b>	<b>233,17</b>	<b>230,06</b>	<b>231,58</b>
<b>INGRESOS</b>						
Peso canal, g		2008,96	1956,70	2116,02	2042,60	2095,60
Venta de aves, \$	7	254,13	247,52	267,68	258,39	265,09
Pollinaza	8	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
<b>TOTAL INGRESOS</b>		<b>264,13</b>	<b>257,52</b>	<b>277,68</b>	<b>268,39</b>	<b>275,09</b>
<b>BENEFICIO/COSTO</b>		<b>1,18</b>	<b>1,14</b>	<b>1,19</b>	<b>1,17</b>	<b>1,19</b>

1: \$0,75 cada pollito de un día de edad. 5: \$40,00 servicios básicos + viruta  
2: Costo del alimento promedio \$ 0,49/kg 6: \$150,00 jornal mes (2 horas diarias)  
3: \$8,5 vacunas + \$15,00 de insumos veterinarios + \$5 Bacteriófagos 7: \$2,53 el  
kg de pollo a la canal (1,15 dólar/libra)  
4: \$2,50 por cilindro de gas, total 15 cilindros 8: \$10,00 venta de pollinaza  
Elaborado por: Terán (2017).

La mayor utilidad económica en el estudio se consiguió por la venta de las aves que recibieron el tratamiento G07 (Fagos y bacterias inoculados al mismo tiempo), debido a que presentaron los mayores pesos a la canal, por lo que presentaron un beneficio/costo de 1.23, que representa que por cada dólar invertido, se espera obtener una ganancia de 0.23 dólares, mientras que la rentabilidad más baja presentaron los animales que fueron infectados experimentalmente con bacterias inoculadas de *Salmonella* (G02), y de los cuales se obtuvo un beneficio/costo de 1.14, es decir, que por cada dólar que se invierta se obtendría una utilidad de 0.14 dólares; presentando adicionalmente utilidades interesantes cuando a los animales se les aplico los tratamientos G03 y G05, que corresponde al uso de fagos durante 3 días consecutivos antes de la infección con bacterias; y, fagos un día antes de la infección con bacterias (respectivamente), de los cuales se obtuvieron beneficios/costos de 1.19. Por lo que en base a las rentabilidades alcanzadas y a los índices del desempeño productivo analizados, se puede indicar que en la explotación de pollos de engorde resulta beneficio aplicar el coctel de bacteriófagos y las bacterias de *Salmonella entérica* entérica al mismo tiempo, por cuanto presentaron el mejor desempeño productivo (los mejores pesos corporales así como los rendimientos a la canal y de pechuga).

## CAPÍTULO V

### 5.1 Conclusiones

- Los resultados obtenidos confirman la hipótesis de trabajo que señala que el desempeño productivo de pollos de engorde empleando diferentes protocolos de bacteriófagos líticos específicos e infectados con bacterias de *Salmonella entérica*, se ven afectados estadísticamente.
- Los animales que recibieron al mismo tiempo el coctel de fagos y las bacterias de *Salmonella entérica* inoculadas presentaron el mejor desempeño productivo, pues a los 42 días de edad presentaron pesos finales de 2952.6 g, incrementos de peso de 2902.2 g, peso y rendimiento a la canal de 2218.2 g y 75.11 %, con pesos y rendimientos de pechuga de 528.08 g y 23.80 % en su orden, así como el más alto Índice de eficiencia europeo (413.49).
- Los animales del grupo control positivo infectados con bacterias de *Salmonella entérica* inoculadas, fueron los que presentaron el menor desempeño productivo, aunque con la mejor conversión alimenticia (1,698 hasta los 42 días de edad).
- La mayor rentabilidad económica presentaron los pollos que recibieron al mismo tiempo el coctel de fagos y las bacterias de *Salmonella entérica* inoculadas (G07) con un beneficio/costo de 1.23, mientras que los del grupo control positivo infectados con bacterias de *Salmonella* inoculadas (G02), presentaron las menores respuestas (beneficio/costo de 1.14).

## 5.2 Recomendaciones

Las recomendaciones que se deprenden de los resultados obtenidos son las siguientes:

- Aplicar el coctel de bacteriófagos y bacterias inoculadas de *Salmonella entérica* al mismo tiempo, máximo a los 10 de edad, en la explotación de pollos parrilleros, por cuanto presentaron el mejor desempeño productivo (mejores pesos corporales así como los rendimientos a la canal y de pechuga) y una rentabilidad económica de 23 % (Beneficio/costo de 1.23).
- Replicar el presente estudio, pero en diferente piso altitudinal, para establecer si la aplicación del coctel de bacteriófagos y bacterias inoculadas de *Salmonella entérica* al mismo tiempo, presentan similares resultados en el desempeño productivo de los pollos de engorde que los alcanzados en zona de altura.
- Continuar con el estudio de la aplicación del coctel de bacteriófagos y bacterias inoculadas de *Salmonella entérica*, pero considerando diferentes dosis del coctel, para establecer la dosis óptima de bacteriófagos que se pueda utilizar.

### 5.3 Bibliografía

- Armendáriz, I., & Barreiro, P. (2013). *Escuela Superior Politécnica del Litoral*.  
Obtenido de • Detección de Salmonella spp. mediante PCR en muestras de Embutidos, Cereales y Superficies inertes: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/21709/1/TESIS%20PCR%20IAN-PIERINA.pdf>
- Barrow, G. (1991). *Experimental infection of chickens with Salmonella enteritidis*.  
Obtenido de Avian Pathol 22: <http://www.scielo.cl/pdf/amv/v40n2/art13.pdf>
- Borie, C., Zurita, P., Sánchez, M., Rojas, V., Santander, J., & Robeson, J. (2008).  
Prevención de la infección por Salmonella enterica subespecie enterica serotipo enteritidis en pollos mediante un bacteriófago. *Arch Med Vet*.  
Recuperado el 25 de Noviembre de 2015, de <http://www.scielo.cl/pdf/amv/v40n2/art13.pdf>
- Caffer, M. (2008). *Manual de procedimientos para el diagnóstico y la caracterización de salmonella*. Obtenido de <http://fos.panalimentos.org/LinkClick.aspx?fileticket=TBG6ogqxF1U%3D&t abid=783&mid=1713&language=es-ES>
- Carmona, J. R. (2009). Zootecnia Avícola . En J. R. Carmona, *Zootecnia Avícola* (págs. 538-611- 612- 613- 616). Mexico.
- Castro, R. F. (2012). Epizootiología de la Salmonelosis en Bovinos, Porcino y Aves. Mexico, Palo Alto, Mexico. Obtenido de <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CVvol3/CVv3c05.pdf>.
- Chacon, G. (2005). Obtenido de <http://bibliotecadigital.umsa.bo:8080/rddu/bitstream/123456789/4423/1/T-1247.pdf>
- Chai, S., White, P., Lathrop, S., Solghan, S., Medus, C., McGlinchey, B., . . . Mahon, B. (2012). Salmonella enterica Serotype Enteritidis: Increasing Incidence of Domestically Acquired Infections. *CID*.
- Chappell, L., Kaiser, P., Barrow, P., Jones, M., Jhonston, C., & Wigley, P. (2009). The immunobiology of avian systemic salmonellosis. *ELSEVIER*, 53-59.



- Fica, A., Alexandre, M., Fernández, A., Fernández, J., Prat, S., & Heitmann, I. (2001). *Cambios Epidemiológicos de la Salmonelosis en Chile*. Chile.
- Figueroa, I. M., & Rodríguez, A. V. (2005). Mecanismos moleculares de patogenicidad de *Salmonella* sp. *Revista Latinoamericana de Microbiología*, 25-42.
- Flores, G. (2008). *Patogenia de Salmonella enteritidis FT 13a y Salmonella enteritidis biovar Issatschenko en pollos de engorda*.
- Gaviria, A. B. (2011). En *Técnica para aislamiento de bacteriófagos específicos para E.coliDH5α a partir de aguas residuales*. Colombia: Universidad del Quindío.
- Gómez, M. &. (2009). Bacteriófagos: virus de bacterias que curan. En M. &. Gómez, *Bacteriófagos: virus de bacterias que curan* (págs. 36-46).
- Hendrix, R. (2003). En *Bacteriophage genomics* (págs. 506-511). Elsevier.
- Heres, L., Engel, H., Urlings, J., & F., V. (2004). En *Effect of acidified feed on susceptibility of broiler chickens to intestinal infection by Campylobacter and Salmonella* (págs. 99:259-267). *Vet. Microbiol.*
- Hurley, D. (2014). *Salmonella-host interaction-Modulation of the host innate immune system. Frontiers in immunology.*
- Kumar, R. (2012). *Cochin University of Science and Technology*. Obtenido de Biochemical and molecular investigations on *Salmonella* Serovars from seafood: <http://hdl.handle.net/10603/4888>
- Minag, U. (2000). *Principales Líneas comerciales*. Obtenido de Publicación de Pecuaria Real: [http://www.minag.gob.pe/pec\\_real.shtml](http://www.minag.gob.pe/pec_real.shtml)
- Omwandho, C., & Kubota, T. (2010). *Salmonella entericaserovar Enteritidis: a Mini-review of Contamination Routes and Limitations to Effective Control. JARQ. Public Health Agency of Canada.* (18 de 02 de 2011). Obtenido de <http://www.phac-aspc.gc.ca/lab-bio/res/psds-ftss/salmonella-enteng.php>
- Ricci-Tam, C. (July de 2008). *Salmonella – description, pathogenesis, symptoms* . Obtenido de <http://cosmos.ucdavis.edu/archives/2008/cluster7/ricci-tam.pdf>
- Salas, R. (2014). Obtenido de Aislamiento de bacteriófagos: [https://www.academia.edu/7494030/asilamiento\\_de\\_bacteriofagos](https://www.academia.edu/7494030/asilamiento_de_bacteriofagos)

- Segundo, H. &. (2010). *Bacteriophages as an alternative in the treatment of bacterial infection diseases* . México: Facultad de Farmacia, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Sulakvelidze, A. A. (2001). En *Bacteriophage therapy. Antimicrobial agents and chemotherapy* (págs. 649-659).
- Tovar, L. (2004). *Ascitis en broilers en altura*. Obtenido de Publicación de Engormix: [http://www.engormix.com/s\\_forums\\_view.asp?valor=182](http://www.engormix.com/s_forums_view.asp?valor=182)
- Ueria. (2011). *Instituto Nacional de Salud*. Obtenido de Perfil de riesgo Salmonella spp. (no tifoideas) en pollo entero y en piezas: <http://www.ins.gov.co/lineas-deccion/investigacion/ueria/Publicaciones/PERFIL%20SALMONELLA%20SPP.pdf>