

Efecto del tiempo de ayuno en los recuentos microbiológicos de canales de aves

Gracia María Puerto Hernández

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2019

ZAMORANO
CARRERA DE ADMINISTRACIÓN DE AGRONEGOCIOS

Efecto del tiempo de ayuno en los recuentos microbiológicos de canales de aves

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

Presentado por

Gracia María Puerto Hernández

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2019

Efecto del tiempo de ayuno en los recuentos microbiológicos de canales de aves

Gracia María Puerto Hernández

Resumen. El ayuno permite vaciar el contenido del tracto gastrointestinal en aves antes de su sacrificio para disminuir así el riesgo por contaminación en el procesamiento. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar en cuatro tratamientos y cinco repeticiones con pollos de 32 días de la línea Ross 308 para evaluar el efecto del ayuno (0, 6, 12, 24 horas) en los recuentos de los grupos indicadores de higiene en canales de aves; pH y humedad del bolo alimenticio y rendimiento en peso de la canal en molleja e intestino. Se pudo observar que a medida aumentaron las horas de ayuno, igualmente aumentaron los recuentos de bacterias mesófilas aerobias, enterobacterias (ENT), coliformes, *Escherichia coli*, a excepción de las bacterias ácido lácticas (BAL). Los pesos después de ayuno presentaron un descenso de 216 gramos de su peso inicial. No se encontraron diferencias significativas en el rendimiento de la canal antes y después del ayuno. El porcentaje de contenido de humedad en contenido intestinal y la relación ENT/BAL tuvieron un incremento proporcional con el aumento de horas ayuno. No se encontró diferencia significativa en los valores de pH en molleja e intestinos. Los pesos de contenido alimenticio en molleja presentaron un descenso de 16.41 gramos y en intestinos de 50.04 gramos. Ayunos de 12 horas o más, produjeron recuentos altos de carga microbiológica no deseada en los canales de pollo.

Palabras clave: Bolo alimenticio, carga microbiológica, pollos de engorde.

Abstract. Fasting allows the gastrointestinal tract content of broilers to be emptied before slaughter for reducing the risk of contamination for processing. The results were analyzed by a Completely Randomized Design and four treatments with five replicates using 32-day-old chickens of Ross 308 line, evaluating the effect of fasting (0, 6, 12, 24 hours) on the counts of hygiene indicator groups in chicken carcass for pH and humidity of the bolus and performance in weight of the gutter and gut canal. By increasing the fasting hours of the chickens, also increased the counts of aerobic mesophilic bacteria, enterobacteria (ENT), coliforms, *Escherichia coli*, with the exception of lactic acid bacteria (BAL). The weights after fasting had a decrease of 216 grams of their initial weight. There was no statistical difference found in the weight before fasting. The percentage of moisture content in intestinal content and the ENT/BAL ratio were proportional to the increase in fasting hours. No significant differences were found in pH levels in gizzards and intestines. The weights of food content in displacement gizzard decreased 16.41 grams and in intestines 50.04 grams. Fasting for 12 hours or more produced high counts of unwanted microbiological load in chicken carcasses.

Key words: Bolus, broilers, microbiological load.

CONTENIDO

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| Portadilla | i |
| Página de firmas..... | ii |
| Resumen..... | iii |
| Contenido..... | iv |
| Índice de Cuadros y Anexos | v |
| | |
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 2. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 3 |
| 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 6 |
| 4. CONCLUSIONES | 12 |
| 5. RECOMENDACIONES | 13 |
| 6. LITERATURA CITADA..... | 14 |
| 7. ANEXOS | 19 |

ÍNDICE DE CUADROS Y ANEXOS

| Cuadros | Página |
|--|--------|
| 1. Descripción de tratamientos | 3 |
| 2. Análisis microbiológico para las muestras de la canal. | 5 |
| 3. Efecto del tiempo de ayuno (horas) en el peso (gramos de pollos | 6 |
| 4. Rendimientos de las canales de pollo (%) antes y después de ayuno. | 6 |
| 5. pH y peso de contenido alimenticio (gramos) en molleja de pollos según el tiempo de ayuno | 8 |
| 6. pH y peso de contenido alimenticio (gramos) en intestinos de pollos según el tiempo de ayuno | 8 |
| 7. Humedad del contenido intestinal de aves según tiempo de ayuno | 10 |
| 8. Recuento de grupos indicadores (Log UFC/ml) en carcasas de pollo con diferentes horas de ayuno previo a sacrificio. | 10 |
| 9. Relación ENT/BAL (UFC/ml) según el tiempo de ayuno (horas) | 11 |

| Anexos | Página |
|--|--------|
| 1. ANOVA para recuentos de grupos indicadores (Log UFC/ml) y para relación ENT/BAL | 19 |
| 2. ANOVA pesos (gramos) y rendimientos (%) de pollos | 19 |
| 3. ANOVA pH y contenido alimenticio en molleja. | 19 |
| 4. ANOVA pH y contenido alimenticio en intestinos. | 20 |

1. INTRODUCCIÓN

En el año 2017, el volumen de carne de pollo producida para consumo a nivel mundial fue de 109,056,179 toneladas, de las cuales, Honduras produjo 192,593 toneladas. Un 42.4% de la producción de carne de pollo en el continente americano la produce Estados Unidos, convirtiéndolo en el mayor productor de carne de pollo, según Food and Agriculture Organization 2017 report (FAO). De acuerdo a la United States Department of Agriculture (USDA), la producción de carne de pollo para los próximos años superará los nueve millones de toneladas métricas. La revista CentralAmerica data publicó que el consumo anual per cápita de carne de pollo en los países centroamericanos aumentó desde 19.8 kilos en 2008 a 25.9 kilos en 2016 y que la industria avícola cuenta con cerca de 5.5 millones de aves de postura comercial y 14 millones de pollos de engorde. El sector avícola representa el 12.5% de la canasta básica de una familia promedio; y casi la mitad de la dieta nutricional por persona representa el consumo de pollo en el sector nacional (Diario La Prensa 2018). Por lo anterior se puede afirmar que las personas en Honduras a medida aumentan su nivel adquisitivo, lo primero en que invierten es en fuentes de proteína para sus familias. Es por esto que la primera y más elegida opción es la carne de pollo por su gran accesibilidad a las personas y su bajo precio de venta en comparación a otros tipos de carne. En Honduras se consume al año, en promedio, 43 libras de carne de pollo por persona (Swisscontact 2014). Para las personas de escasos recursos o bajos ingresos las aves de corral representan un medio de subsistencia. Esto ha contribuido a que el sector avícola del país crezca cada día más. El mercado interno demanda 400 millones de libras y la producción nacional cubre el 90% de la demanda (Swisscontact 2014).

En la actualidad, es indispensable el poder garantizar calidad e inocuidad de la carne de pollo como producto final terminado. La contaminación del producto puede ser provocada en cualquier punto del procesamiento ya sea por un factor de mala manipulación o exposición del animal (OCDE-FAO 2016). Frente a esta problemática y necesidad de calidad e inocuidad del producto derivado, las producciones vanguardistas basan su efectividad de producción en la selección de líneas genéticas puras en base a criterios de producción específicos como productividad, calidad y resistencia a las enfermedades, que varían en función del tipo de producción (Castellini *et al.* 2012). Otros procesadores se enfocan en programas de sacrificio con parámetros controlados, organización de programas de ayuno antes del sacrificio, métodos de captura para sacrificio, sistemas de transporte, distanciamiento a plantas procesadoras tomándolos como factores significativos para la perfección de la calidad e inocuidad en la carne de pollo (Bilgili 2002).

Desde el punto microbiológico, actualmente existe un riesgo de exposición humana a los agentes patógenos durante sacrificio, procesamiento, almacenamiento, manipulación y demás procesos en aves de corral (FAO 2013). A nivel mundial, se presenta una gran preocupación en tema de la inocuidad microbiológica de la carne debido al aumento en el consumo de las carnes y sus productos derivados que involucran brotes de infecciones e intoxicaciones alimentarias (Sofos y Smith 1998). Una contaminación visible puede indicar contaminación microbiológica, más sin embargo, la ausencia de contaminación visible no necesariamente indica la ausencia de contaminación microbiológica (Brown *et al.* 2000). La contaminación microbiana de la carne de pollo es evitable por medio del tratamiento correcto de la carga microbiológica de las canales. Las prácticas de higiene durante la manipulación, control de tiempos y temperaturas afectan de forma directa en el crecimiento microbiano (Doyle y Buchanan 2013). El estudio se centra en conteos de microorganismos que igualmente generan un impacto en la calidad de la carne de pollo, realizando análisis de enterobacterias, coliformes, mesófilos aeróbios, bacterias ácido lácticas y *Escherichia coli* y como es la interacción en relación de enterobacterias/bacterias ácido lácticas para poder conocer a profundidad el desarrollo microbiológico a diferentes horas ayuno en preparación de los pollos para el sacrificio.

En el presente experimento se evalúan el peso antes y después de ayuno, rendimientos antes y después del ayuno para cada pollo. Papa y Dickens (1989), encontraron que a mayor tiempo de ayuno aumentaba la limpieza intestinal. Igualmente, encontraron una tendencia de aumento de humedad en contenidos alimenticios en intestino delgado a mayor tiempos de ayunos. Por medio de todas estas evaluaciones se puede medir y comparar los cambios físicos, químicos y microbiológicos de los pollos a distintas horas de ayuno. La determinación de los parámetros involucrados contribuyen a un buen manejo de parámetros de ayuno de animales en preparación a procesamiento. En estudios previos se ha comprobado que la manipulación y el consumo de aves de corral se considera una de las principales fuentes de enfermedades humanas (Castañeda *et al.* 2013). La contaminación de la canal durante sacrificio ocurre por derramamiento del contenido de tracto intestinal y vísceras en la carcasa (Bilgili 2002). Es fundamental la identificación de la incidencia de contaminación en el procesamiento de canales de pollo y la relación entre el contenido de humedad en tracto digestivo con relación al tiempo de ayuno de los pollos (Zuidhof *et al.* 2004).

Los objetivos de este estudio fueron:

- Evaluar el efecto del ayuno en los recuentos de los grupos indicadores de higiene en canales de aves.
- Evaluar el efecto del ayuno en la cantidad, pH y humedad del bolo alimenticio.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el Centro de Investigación y Enseñanza Avícola de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano donde se realizaron las prácticas de agrupamiento y sacrificio de las aves. Las evaluaciones microbiológicas se realizaron en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos de Zamorano (LMAZ). Los análisis de humedad se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ). La Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano se encuentra ubicada en km 32 carretera a una altura de 800 msnm, con una temperatura promedio anual de 23.3 °C y 1,023 mm de precipitación anual.

Descripción de los galpones.

Se aplicaron cuatro tratamientos, tres grupos con distintos tiempos de ayuno y un tratamiento control sin ayuno (Cuadro 1). Se colocaron por corral según tratamiento cinco aves de 32 días (separadas por horas ayuno) de la línea Ross 308, lote mixto. Las aves fueron agrupadas dos días antes del día de sacrificio con su respectivo comedero y bebedero. El consumo de alimento y agua fue *ad libitum* ya implementado comúnmente en el Centro de Investigación. Se utilizaron bebederos de niple y comederos de tolva manuales. El tipo de alimentación fue en harina integrada por soya, maíz, aceite, sal, vitamina de gallina, calcio, biofos (Fosfato monodivalente), aminoácidos (metioninas, treonina y lisina). Se utilizó un galpón donde se utilizaron cinco corrales experimentales de 1.25 × 3.75 m; la temperatura promedio fue de 23 a 25 °C dentro del galpón.

Cuadro 1. Descripción de tratamientos

| Tratamientos | Horas de ayuno | Repeticiones |
|--------------|----------------|--------------|
| T1 Control | 0 | 5 |
| T2 | 6 | 5 |
| T3 | 12 | 5 |
| T4 | 24 | 5 |

Actividades pre-sacrificio.

Al momento de ser agrupadas las aves, se pesaron y se registró el peso como peso antes de ayuno (PAA) (inicio del experimento). El día de sacrificio después del ayuno las aves fueron pesadas al ser sacadas de las jaulas y el peso fue registrado como peso después del ayuno (PDA). Las aves fueron retiradas del galpón y por orden de tratamiento fueron sacrificadas.

Sacrificio.

Preparación del lugar. Para iniciar, se limpió tanto la sala de sacrificio como la sala de desplumado y limpieza de la canal del animal.

Desangrado. Inicialmente se colocaron los pollos de cabeza en los conos de sacrificio en los que se inmoviliza al ave para evitar aleteo y facilita el corte del cuello como aturdimiento y desangrado del animal. El tiempo del sangrado fue de 60 a 150 segundos.

Escaldado. El escaldado consistió en sumergir los pollos en agua caliente (60 a 70 °C) durante aproximadamente cinco minutos o hasta ver que se podían desprender fácilmente las plumas de la piel del animal. El escaldado se realizó en una caldera donde se sumergieron de dos a tres pollos por tanda.

Desplume. Se realizó en equipo mecánico por centrifugación: las canales se disponen en dispositivos giratorios y las plumas por medios de dedos de caucho ubicados en las superficies de las paredes e inferior de la máquina.

Eviscerado. Se extraen todos los órganos internos y se seccionaron en molleja (Parte I) e intestinos (Parte II).

Recolección de muestras. Al ser separada la canal, se pesó y se registró como peso de canal (PC). Se envolvió en bolsas estériles se adicionaron 300 ml de Buffer fosfato. Se agitó la bolsa en forma que el enjuague abarcara toda la canal. Luego, se tomaron 100 ml del enjuague y se almacenaron en bolsas Whirl-pak®. Las cuales se colocaron dentro de hieleras para el transporte al laboratorio.

Ya separadas las partes de las vísceras, se les extrajo el bolo alimenticio siendo separado por las partes de donde fueron tomados (Parte I, Parte II). Luego, se almacenaron en hieleras para el transporte al laboratorio. Las muestras debidamente rotuladas y separadas fueron transportadas en hieleras a temperaturas aproximadamente de 11 °C al laboratorio.

Análisis microbiológico.

Las muestras de enjuague de la canal se extrajeron y se vaciaron en bolsas estériles para ser homogenizadas en el Stomacher por dos minutos. Se realizaron diluciones decimales con buffer fosfato y se sembraron en platos Petri para la determinación de *Escherichia coli*, bacterias ácido lácticas, bacterias mesófilas aeróbicas, coliformes totales, enterobacterias (Cuadro 2). Los recuentos se expresaron en Log UFC/ml del enjuague de la canal.

Cuadro 2. Análisis microbiológico para las muestras de la canal

| Análisis microbiológico | Medio de cultivo | Método |
|--------------------------------|-------------------------|----------------------------|
| <i>Escherichia coli</i> | ABRV MUG | FDA-BAM. Recuento en placa |
| Bacterias ácido lácticas | Agar MRS | APHA. Recuento en placa |
| Mesófilas aerobias | Agar cuenta estándar | FDA-BAM. Recuento en placa |
| Coliformes totales | ABRV | APHA. Recuento en placa |
| Enterobacterias | ABRV Glucosa | APHA. Recuento en placa |

ABRV: Agar bilis rojo violeta; MUG: 4-Metilumbeliferil- β -D-glucuronido; MRS: Man, Rogosa y Sharpe; FDA-BAM. Food and Drug Administration. 2002. Bacteriological Analytical Manual; APHA. American Public Health Association. 2001. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods.

Análisis físico-químico.

Se midió pH y peso a cada una de las muestras de contenido intestinal de forma individual. A las muestras de intestinos se les realizó análisis humedad por horno de convección 100-105 °C (AOAC 945.15/950.46B). Se pesó el contenido alimenticio antes y 18 horas después de haberse mantenido dentro del horno, permitiendo enfriar la muestra antes de registrar su peso y se determinó el contenido de humedad en porcentaje.

Diseño experimental y análisis estadístico del componente microbiológico.

Se usó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con cinco repeticiones por tratamiento. Se realizó un ANDEVA y una separación de medias Duncan con el programa SAS® con un nivel de significancia de $P \leq 0.05$.

Diseño experimental y análisis estadístico del componente físico-químico.

Se usó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con cinco repeticiones por tratamiento. Se realizó un ANDEVA y una separación de medias Duncan con el programa SAS® con un nivel de significancia de $P \leq 0.05$.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 3 se muestra la relación de peso antes del ayuno (PAA) y peso de la canal (PC) en relación a los tratamientos de horas ayuno, los cuales, no presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$). Lo anterior demuestra que los pollos seleccionados se encuentran en un rango similar lo que ayudó disminuir rango de error. El peso después del ayuno en los diferentes tiempos de los tratamientos si presentó diferencia significativa ($P > 0.05$).

Cuadro 3. Efecto del tiempo de ayuno (horas) en el peso (gramos) de pollos

| Horas Ayuno | PAA ^{NS} | PDA | PC ^{NS} |
|-------------|-------------------|-----------------------------|------------------|
| 0 | 1935.2 ± 47.52 | 2127.2 ± 83.91 ^A | 1397.2 ± 77.63 |
| 6 | 1909.2 ± 53.76 | 1984.0 ± 36.55 ^B | 1376.8 ± 35.92 |
| 12 | 1885.2 ± 63.96 | 1948.8 ± 66.14 ^B | 1378.4 ± 52.99 |
| 24 | 1914.4 ± 61.38 | 1911.2 ± 81.03 ^B | 1375.6 ± 54.13 |
| CV% | 2.86 | 4.22 | 4.90 |

PAA: Peso antes de inicio ayuno; PDA: Peso después del ayuno; PC: Peso canal.

CV: Coeficiente de variación.

^{NS} No existe diferencia significativa entre tratamientos ($P > 0.05$).

^{ABC} Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$).

En el cuadro 4 se observa que no hubo diferencia significativa ($P > 0.05$) en los tratamientos con respecto a los rendimientos antes y después de ayuno a lo largo de sus tiempos de ayuno evaluados.

Cuadro 4. Rendimientos de las canales de pollo (%) antes y después de ayuno

| Horas Ayuno | RAA ^{NS} | RDA ^{NS} |
|-------------|-------------------|-------------------|
| 0 | 72.29 ± 5.22 | 65.79 ± 4.71 |
| 6 | 72.16 ± 2.70 | 69.44 ± 2.85 |
| 12 | 73.18 ± 3.40 | 70.77 ± 2.81 |
| 24 | 71.88 ± 2.61 | 72.08 ± 3.80 |
| CV% | 5.95 | 6.03 |

RAA: Rendimiento antes de inicio ayuno; RDA: Rendimiento después del ayuno.

CV: Coeficiente de variación.

^{NS} No existe diferencia significativa entre tratamientos ($P > 0.05$).

Gomes *et al.* (2008), indican que no hubo diferencia significativa en los tratamientos con respecto a los rendimientos de canal a lo largo de sus tiempos de ayuno evaluados. Esto concuerda con Zuidhof *et al.* (2004), al no encontrar diferencia significativa en los rendimientos de canales de pollo a lo largo de aumento de tiempo de ayuno y transporte a sacrificio.

El tiempo normal para que un animal ingiera alimento y excrete oscila entre 4 a 6 horas. Es en base a este tiempo que se programa el tiempo normal de ayuno de los pollos. Un ayuno mayor a 13 horas afecta negativamente el rendimiento en la canal del animal en un porcentaje de pérdida entre 0.20 y 0.45% por hora lo que indica que las aves fueron expuestas a condiciones de sobre ayuno (Cervantes 2008). Se debe garantizar un tiempo mínimo de 4 horas para que las aves tomen agua a voluntad y se mantengan en movimiento para poder facilitar desplazamiento a través del sistema digestivo mediante sus movimientos peristálticos (Demirok 2013).

En los resultados del experimento se produce un descenso en los rendimientos antes del ayuno conforme incrementan las horas de retiro de alimento al animal, mientras que en el rendimiento después del ayuno ocurre lo contrario, esto está relacionado con los resultados de los valores de peso de contenido alimenticio en el intestino del pollo. El cambio aparente en peso está en el contenido de los intestinos y no en peso de la canal. A mayor tiempo de ayuno de exposición del animal, menor será el peso del contenido alimenticio almacenado por lo que disminuye el peso del contenido alimenticio y no el peso de la canal que es el directamente relacionado con los valores de medición para obtener los rendimientos de la canal después de ayuno.

El peso de canal de pollo a lo largo de diferentes horas de ayuno provoca una alteración en el rendimiento de la canal como resultado de un tiempo de ayuno dentro del tiempo esperado (menos de 13 horas). Entre las primeras cinco a seis horas de corte de alimento se lleva a un casi completo vaciado del sistema gastrointestinal, lo que lleva al ave a buscar medidas para mantenerse vivo como ser el consumo de glucógeno del hígado, buscar un balance para mantener equilibrio ácido-base del organismo, pérdida de electrolitos debido a la búsqueda del balance ácido-base (Núñez 2018).

Los resultados concuerdan con Zuidhof *et al.* (2004), quienes encontraron diferencia significativa en el peso después del ayuno. Lyon *et al.* (1990), también expresan que la pérdida de peso aumenta a medida aumentan las horas de ayuno a las que se puede ver afectado el animal. Yang *et al.* (2016), presentan descensos de pesos en aumento de horas ayuno tomando en consideración las horas luz de exposición en los pollos. En sus resultados, Yang *et al.* (2016), no presentaron diferencia significativa para los tratamientos expuestos a luz solar a diferencia de los expuestos a luz LED. Existe una relación lineal con el retiro de alimento y el descenso de peso, Rasmussen y Mast (1989); reportaron una pérdida de peso a medida aumentaban las horas ayuno, sus resultados no presentaron diferencia significativa en peso de las carcasas.

De acuerdo a los estudios antes mencionados, un tiempo excesivo de ayuno contribuye a la no disminución de peso ocasionada por molleja llena por consumo de cama y otro material accesible al animal (Bennet 2002). El aspecto y rendimiento de la canal de pollo luego de

tiempo de ayuno, parece de color claro, aparente exceso de lípidos al prolongar el tiempo de ayuno a más de seis horas (Bell 1998). Los ayunos muy prolongados reducen hasta tres puntos el rendimiento de la canal y empeoran el aspecto y la proporción de la canal debido a la deshidratación (Appleby *et al.* 1992).

El cuadro 5 presenta los resultados de pH y peso de contenido alimenticio en molleja. Los resultados de pH no presentaron diferencia significativa ($P > 0.05$). Los resultados de peso de contenido alimenticio en molleja presentaron diferencia significativa ($P < 0.05$) con un decrecimiento de 13.85 a 16.41 gramos entre los tratamientos de cero horas ayuno y 24 horas ayuno.

Cuadro 5. pH y peso de contenido alimenticio (gramos) en molleja de pollos según el tiempo de ayuno

| Horas Ayuno | Molleja | |
|-------------|------------------|---------------------------|
| | pH ^{NS} | PCAM |
| 0 | 3.07 ± 0.33 | 25.23 ± 7.72 ^A |
| 6 | 2.93 ± 0.44 | 11.38 ± 2.82 ^B |
| 12 | 2.65 ± 0.47 | 8.13 ± 1.29 ^B |
| 24 | 3.08 ± 0.25 | 8.82 ± 1.10 ^B |
| CV% | 16.5907 | 37.3924 |

PCAM: Peso Contenido Alimenticio en Molleja.

CV: Coeficiente de variación.

^{NS} No existe diferencia significativa entre tratamientos ($P > 0.05$).

^{ABC} Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$).

El cuadro 6 presenta los resultados de pH y peso de contenido alimenticio en intestino. Los resultados de peso de contenido alimenticio en intestino presentaron diferencia significativa ($P < 0.05$) con una notable reducción de 40.06 a 50.04 gramos entre los tratamientos de cero horas ayuno y 24 horas ayuno.

Cuadro 6. pH y peso de contenido alimenticio (gramos) en intestino de pollos según el tiempo de ayuno

| Horas Ayuno | Intestino | |
|-------------|------------------|----------------------------|
| | pH ^{NS} | PCAI |
| 0 | 5.76 ± 0.34 | 59.54 ± 15.89 ^A |
| 6 | 6.00 ± 0.47 | 19.48 ± 12.75 ^B |
| 12 | 6.12 ± 0.62 | 13.01 ± 05.73 ^B |
| 24 | 6.57 ± 0.20 | 9.50 ± 02.03 ^B |
| CV% | 8.1270 | 45.2327 |

PCAI: Peso Contenido Alimenticio en Intestino; CV: Coeficiente de variación.

^{NS} No existe diferencia significativa entre tratamientos ($P > 0.05$).

^{ABC} Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$).

Los resultados concuerdan con Zuidhof *et al.* (2004), quienes demostraron un descenso significativo por cada cuatro horas de ayuno en aumento de exposición de los pollos. Papa y Dickens (1989), encontraron una relación inversamente proporcional entre el peso de contenido alimenticio y las horas ayuno de sus tratamientos. Ellos igualmente concuerdan con no encontrar una diferencia significativa entre los contenidos de peso de contenido alimenticio entre los tratamientos de mayores a cuatro horas y 12 horas ayuno de los pollos. También exponen una diferencia significativa ente los pesos de contenido alimenticio entre los tratamientos de pollos sin ayuno y los de mayor a 12 horas de ayuno.

El pH es la medida de la acidez o alcalinidad de un fluido. Es la medida de su concentración de iones de hidrógeno (H^+) en relación con la de una solución estándar dada. El pH puede variar de 0 a 14, donde 0 es más ácido, 14 más básico y 7 es neutro (Shiel *et al.* 2019). El retiro del alimento debe proporcionar un equilibrio entre lograr una buena seguridad alimenticia y el evitar la pérdida excesiva de peso (Monleon 2012).

Estudios previos han demostrado que, al exponer la canal de pollo a excesivas horas de ayuno, la canal se vuelve oscura, consistente y retiene agua, debido a un insuficiente descenso del pH a causa del agotamiento de las reservas de glucógeno muscular (Ricuarte 2005). A mayor tiempo de ayuno el contenido de humedad aumenta, esto concuerda con estudios previos donde se examinó el aumento de peso de la molleja e intestinos por medio de utilización de alimentación en harina. El desarrollo del contenido de la molleja está directamente influenciado por el tamaño de partícula alimenticia. El consumo de alimento con granos contribuye a un aumento de tamaño de la molleja (Nir *et al.* 1994).

A medida transcurre el tiempo de ayuno se producen reacciones microbiológicas que alteran la composición del animal que al extender su tiempo de acción pueden producir un impacto negativo en el rendimiento y calidad de la canal. Se recomienda proporcionar un equilibrio entre lograr una buena inocuidad alimentaria y evitar pérdida de peso excesivo (Arnold 2007). La velocidad de eliminación de contenido en el tracto intestinal de los pollos puede verse afectado por factores como lo son la oscuridad, la ubicación de las aves en el transporte y la temperatura a la que se vean expuestas durante y después del ayuno (Bilgili 2002).

El cuadro 7 muestra que el contenido de humedad en el contenido intestinal no presentó diferencia significativa. Los resultados concuerdan con Zuidhof *et al.* (2004), ya que sus tratamientos no presentaron diferencia significativa de 4 y 12 horas ayuno. Esto lo atribuyen al incremento de consumo de agua de los pollos a medida aumentaron las horas ayuno de los pollos. Papa y Dickens (1989), igualmente encontraron una tendencia de incremento de humedad con las horas de retiro de alimento de los pollos.

En un ayuno de suspensión de suministro de alimento para el animal se debe garantizar que siga tomando agua para poder facilitar el movimiento de alimento a través del sistema digestivo mediante movimientos peristálticos. Lo anterior es deseable para que el animal logre excretar y poder llegar al sacrificio con el menor contenido posible de alimento. La importancia de continuar con el suministro de agua debe ser moderado ya que esto puede originar excesiva humedad en el tracto intestinal lo que incremente contaminación en carcasas (Cervantes 2008).

Cuadro 7. Humedad del contenido intestinal de aves según tiempo de ayuno

| Horas Ayuno | Humedad del Contenido Intestinal (%) |
|-------------|--------------------------------------|
| 0 | 48.06 ± 0.04 ^B |
| 6 | 55.63 ± 0.01 ^{AB} |
| 12 | 54.64 ± 0.06 ^{AB} |
| 24 | 67.72 ± 0.15 ^A |
| CV% | 16.6 |

CV: Coeficiente de variación.

^{ABC} Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$).

A mayor tiempo de ayuno al que los pollos se pueden ver expuestos, los pollos buscan suplir esta necesidad por medio del consumo de agua. El agua vuelve menos viscoso el bolo alimenticio, por lo que aumenta el riesgo de contaminación por salpicaduras de heces en la canal.

La presencia de coliformes totales en carcasas de pollo a lo largo de las horas de ayuno mostraron diferencia significativa ($P < 0.05$). Después de 24 horas ayuno se observó un aumento de 0.66 Log UFC/ml (Cuadro 8). Los tratamientos de cero y seis horas son diferentes a diferencia de los de 12 y 24 horas. Para los recuentos de *Escherichia coli* presentaron diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los tratamientos sin ayuno y con 12 horas de ayuno. Esta diferencia fue de 0.81 Log UFC/ml. Las horas de ayuno analizadas tuvieron un efecto significativo en las carcasas de pollo en los conteos de enterobacterias con un aumento de 0.82 Log UFC/ml partiendo del tratamiento sin horas ayuno en comparación con los de 24 horas ayuno. Las bacterias mesófilas aerobias no presentaron diferencia significativa ($P > 0.05$), oscilando entre 5.19 y 6.37 Log UFC/ml. Los recuentos de bacterias ácido lácticas fueron estadísticamente iguales ($P > 0.05$) con recuentos entre 5.10 y 6.30 Log UFC/ml.

Cuadro 8. Recuento de grupos indicadores (Log UFC/ml) en carcasas de pollo con diferentes horas de ayuno previo a sacrificio

| Grupo indicador | Horas | | | | CV% |
|-------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|-------|
| | 0 | 6 | 12 | 24 | |
| CT | 3.95 ± 0.22 ^C | 4.26 ± 0.29 ^B | 4.63 ± 0.14 ^A | 4.61 ± 0.10 ^A | 4.70 |
| EC | 3.51 ± 0.27 ^C | 3.83 ± 0.50 ^{BC} | 4.17 ± 0.09 ^{AB} | 4.32 ± 0.09 ^A | 7.17 |
| ENT | 3.92 ± 0.26 ^C | 4.07 ± 0.55 ^{BC} | 4.47 ± 0.13 ^{AB} | 4.74 ± 0.07 ^A | 8.78 |
| BMA ^{NS} | 5.78 ± 0.88 | 5.65 ± 0.72 | 6.37 ± 0.69 | 5.97 ± 0.56 | 14.58 |
| BAL ^{NS} | 6.30 ± 0.68 | 5.95 ± 0.83 | 5.53 ± 0.48 | 5.10 ± 0.23 | 13.25 |

CT: Coliformes Totales; EC: *Escherichia coli*; ENT: Enterobacterias; BMA: Bacterias Mesófilas Aeróbicas; BAL: Bacterias Ácido lácticas; CV: Coeficiente de variación.

^{ABC} Letras diferentes en la misma línea, indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$).

^{NS} No hay diferencia significativa entre tratamientos ($P > 0.05$).

Se analizó la relación de enterobacterias y bacterias ácido lácticas cuyos resultados se muestran en el cuadro 9. La relación ENT/BAL presentó diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los tratamientos. Se mostró un aumento de 5.7 UFC/ml al comparar las horas ayuno de exposición de los pollos, siendo el tratamiento de 24 horas ayuno diferente en relación a los demás tratamientos.

Cuadro 9. Relación ENT/BAL según el tiempo de ayuno (horas)

| Horas Ayuno | ENT/BAL |
|--------------------|-------------------|
| 0 | 1.09 ± 1.10^B |
| 6 | 1.92 ± 1.57^B |
| 12 | 3.16 ± 1.81^B |
| 24 | 6.79 ± 1.55^A |
| CV% | 60.77 |

ENT/BAL: Relación entero bacterias y bacterias ácido lácticas. ($\sqrt{\text{ENT(UFC/ml)} / \text{BAL(UFC/ml)}}$); CV: Coeficiente de variación.

^{ABC} Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$).

Los resultados de coliformes totales coinciden con Northcutt *et al.* (2003), donde ellos igualmente encontraron diferencias significativas entre los tratamientos sin ayuno y con 12 horas de retiro del alimento. Ellos evaluaron la proliferación de *Escherichia coli* en los tratamientos de cero y 12 de horas de ayuno tomando en consideración la edad de los pollos. Se presenta que a mayor edad del pollo al momento de sacrificio y mayor aumento de horas ayuno los conteos de coliformes y *Escherichia coli* poseen una tendencia de incremento en sus conteos en los canales de pollo. Específicamente los valores de *Escherichia coli* aumentaron de 2.4 a 2.6 Log UFC/ml entre los tratamientos de cero y 12 horas. La disponibilidad de agua e iluminación son algunos de los factores que influyen en el ayuno-limpieza del tracto intestinal de las aves. La deshidratación de las aves afecta en un vaciado lento del tracto gastrointestinal lo que ocasiona variaciones de pH que contribuyen en crecimiento de población de *Escherichia coli* (Colmenares 2006).

Los resultados de enterobacterias concuerdan con los mostrados por Blankenship *et al.* (1975); ellos no encontraron diferencia significativa en bacterias aerobias, enterobacterias y *Clostridium spp.* en carcasas al ser inspeccionadas en enjuagues de canal de pollos con contaminación visible y no visible. Tiempos excesivos de ayuno pueden provocar mermas altas por deshidratación, hígados más pequeños y livianos ya que han consumido reservas y esto afecta en la calidad y rendimiento de la carne del ave. Adicionalmente puede ocurrir la proliferación de bacterias en el intestino por consumo de cama y materia fecal; así como, ruptura del intestino y contaminación de la canal en el momento de evisceración (Lisette 2005). En pollos de engorde expuestos a un tiempo de ayuno mayor a 13 horas existe un mayor riesgo de rompimiento intestinal, lo que conlleva a un mayor riesgo de contaminación microbiológica (Northcutt *et al.* 1997).

4. CONCLUSIONES

- Las horas ayuno incrementaron los recuentos de coliformes, *Escherichia coli* y enterobacterias y su proporción con respecto a las bacterias ácido lácticas.
- Las horas ayuno no modifican el rendimiento de la canal, ni el pH del bolo intestinal.

5. RECOMENDACIONES

- Evaluar el efecto de factores externos (temperatura de los galpones, fuentes de agua, línea de los animales, comparación con tipos de alimentos) en la calidad y microbiología las canales de pollos.
- Programar tiempos de ayunos de 6 -12 horas para garantizar la mejor calidad microbiológica de la carne.

6. LITERATURA CITADA

- AOAC Association of Official Analytical Chemists 2006. Official methods of analysis Proximate Analysis and Calculations Moisture (M) BY CONVECTION OVEN - item 106. Association of Analytical Communities, Gaithersburg, MD, 17th edition. Reference data: Method 945.15/950.46B; NFNAP.
- APHA American Public Health Association 2015. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. Atypon® Literatum. [internet]. [Consultado 2019 septiembre 19]. <https://doi.org/10.2105/MBEF.0222>.
- Appleby MC, Hughes BO y Elson HA. 1992. Poultry production systems: Behavior, management and welfare. CAB International, Wallingford, U.K.
- Arnold JW. 2007. Bacterial contamination on rubber ickier fingers before, during and after processing. *Poult. Sci.* 86(12): 2671-2675.
- Bell D. 1998. Manual de Producción Avícola. Editorial El Manual Moderno, S.A de C.V. México, D.F.
- Bennet A. 2002. Feed Withdrawal for broiler chickens. [internet]. [Consultado 2019 septiembre 12]. <http://www.gov.mb.ca/agriculture/livestock/poultry/pdf/bba01s28.pdf>.
- Berrang ME, Meinersmann RJ, Buhr RJ, Philips RW y Harrison MA. 2003. Presence of *Campylobacter* in the respiratory tract of broiler carcasses before and after commercial scalding. *Poult Sci.* 82:1995-1999.
- Bilgili SF. 2002. Product shelf life. Worthwhile Operational Guidelines and Suggestions. Broiler Processing Timely Information. Poultry Science Department, Auburn University. 36849-5416.
- Blankenship LC, Cox NA, Craven SE, Mercuri AJ y Wilson RL. 1975. Comparison of the microbiological quality of inspection-passed and fecal contamination-condemned broiler carcasses. *J. Food. Sci.* 40:1236-1238.
- Bodnaruk PW, Schmelder JL, Krakar PJ y Tompkin RB. 1998. A comparison of *Escherichia coli* levels at four sampling sites on carcasses. *Poult. Sci.* 77:1531-1533.
- Bolder NM 2007. Microbial challenges of poultry meat production. *World's Poultry Science Journal*, 63: 401-411.
- Brown MH, Gill CO, Hollingsworth J, Nickelson R II, Seward S, Sheridan JJ, Stevenson T, Sumner JL, Theno DM, Osborne WR and Zink D. 2000. The role of microbiological testing in systems for assuring the safety of beef. *Review. International Journal of Food Microbiology* 62, 7-16.

- Byrd JA, Hargis BM, Caldwell DJ, Bailey RH, Herron KL, McReynolds JL, Brewer RL, Anderson RC, Bischoff KM, Callaway TR y Kubena LF. 2001. Effect of lactic acid administration in the drinking water during preslaughter feed withdrawal on Salmonella and Campylobacter contamination of broilers. *Poultry Science*. 80: 278-283.
- Castañeda Serrano M, Braña Varela D, Delgado Suárez E, Tejeda Gil R, Vázquez Delgado AS, Martínez Valdéz W. 2013. Embarque de Aves: Programas de Ayuno y Captura (internet). Querétaro: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). [Consultado 2019 septiembre 16]. <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/documents/MANUALES%20INIFAP/Embarque%20de%20aves,%20Prgramas%20de%20Ayuno%20y%20Captura.pdf>
- Castellini C, Boggia A, Cortina C, Dal Bosco A, Paolotti L, Novelli E, Mugnai C. 2012. A multicriteria approach for measuring the sustainability of different poultry production systems. *Journal of Cleaner Production*, 37: 192-201.
- Central America Data. 2019. Cifras del mercado de carne de pollo en Centroamérica. Colombia: [consultado el 02 de sep. De 2019]. <https://www.centralamericadata.com/es/product/inteligenciacomercialreporte/7238209>.
- Cervantes E. 2008. Sobre Ayuno: Efectos en la calidad y el rendimiento de los pollos procesados. Colombia: VETANCO SA; [consultado 2019 septiembre 12]. <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/sobre-ayuno-efectos-calidad-t27561.htm>.
- Colmenares CC. 2006. Evaluación de la merma de pollo de engorde durante el transporte de la granja hasta el inicio del proceso de beneficio para coopvencedor, Universidad de La Salle, Bogotá D.C. *Departamento de Ciencias Animales*. 83:5454-3452.
- Demirok E, Veluz G, Stuyvenberg WV, Castañeda MP, Byrd A y Alvarado CZ. 2013. Quality and safety of broiler meat in various chilling systems. *Poultry Science* 92 :1117–1126.
- Diario la prensa. 2018. Más del 90% de la carne que consumen los hondureños es de pollo. Honduras: la prensa; [consultado 2019 agosto 09]. <https://www.laprensa.hn/institucionales/327289-419>.
- Doyle MP, Buchanan IP. 2013. *Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers* American Society for Microbiology. 72 (1-2): 165-168.
- FAO Food and Agriculture Organization. 2013. Revisión del desarrollo avícola. p 14-26. (en línea). [Consultado 2019 septiembre 10]. Disponible en <http://www.fao.org/3/i3531s/i3531s.pdf>
- FAO Food and Agriculture Organization. 2017. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. p 162-166. (en línea). [Consultado 2019 septiembre 10]. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/012/i0680s/i0680s.pdf>
- FDA BAM Food and Drugs Administration. 2002. BAM 4: Enumeration of Escherichia coli and the Coliform Bacteria. [Internet]. [Consultado 2019 septiembre 20]. <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-4-enumerationescherichia-coli-and-coliform-bacteria>.

- Fletcher DL, Qiao M y Smith DP. 2001. The relationship of raw broiler breast meat color and pH to cooked meat color and pH. *Poultry Science*.78: 784-788.
- Gomes HA, Vieira LS, Reis RN, Freitas DM, Barros R, Furtado FVF and Silva PX. 2008. Body weight,carcass yield, and intestinal contents of broiler having sodium and potassium salt in the drinking water twenty-four hours before processing. *Departamento de Zootecnia, Universidad Federal do Rio Grande Do Sul*. 17: 369-375.
- Geornaras, I, Portillo J, Zyl E y Holy A. 1997. Bacterial populations of different sample types from carcasses in the dirty area of a South African poultry abattoir. *J. Food Prot*. 60:551-554.
- Geornaras I, Sofos J. 2010. Animal source food: quality and safety – milk and eggs. In *Encyclopedia of Animal Science*, W. Pond and A. Bell. Marcel Dekker, Inc., New York, 748-750.
- Kaufman VF, Klose AA, Bayne HG, Pool MF y Lineweaver H. 1972. Plant processing of sub-atmospheric steam scalded poultry. *Poult. Sci*. 51:1188-1194.
- Lisette S. 2005. Problemas del pollo de engorde antes y después del beneficio - pollo en canal REDVET. España. Veterinaria Organización Málaga, España. *Revista Electrónica de Veterinaria*. [Consultado 2019 septiembre 20]. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63612649013.pdf>
- Lillard HS. 1979. Levels of chlorine and chlorine dioxide of equivalent bactericidal effect in poultry processing water. *J. Food Sci*. 44:1594-1597.
- Lyon C E, Papa C M y Wilson RL. 1991. Effect of Feed Withdrawal on Yields, Muscle pH, and Texture of Broiler Breast Meat. *Poultry Science*, 70(4), 1020–1025.
- Monleon R. 2012. Manejo Pre-faenado en pollos. *Avigen brief*. N.P., 2012. [Internet]. [Consultado 2019 septiembre 20]. https://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/3911_aviagenbrief_preprocesshandling2012-es.pdf.
- Mulder R, Dorresteyn WJ y Van der Broek J. 1978. Cross-contamination during the scalding and plucking of broilers. *Br. Poult. Sci*. 19: 61-70.
- Nir I, Twina Y, Grossman E y Nitsan Z. 1994. Quantitative effects of pelleting on performance, gastrointestinal tract and behaviour of meat-type chickens. *British Poultry Science*, 35: 589–602.
- Northcutt J, Lott BD y Deaton JW. 1997. Relationship between feed withdrawal and viscera condition. *Poultry Sci*. 76:410-414.
- Northcut JK, Berrang ME, Dickens JA, Fletcher DL, Cox NA. 2003. Effect of Broiler Age, Feed Withdrawal, and Transportation on Levels of Coliforms, *Campylobacter*, *Escherichia coli* and *Salmonella* on Carcasses Before and After Immersion Chilling. *Department of Poultry Science, University of Georgia*. 82:169-173.
- Nuñez FN. 2018. Broiler Flocks in Ecuador. *School of Veterinary Medicine, University of São Paulo*. ISSN 1516-635X Oct - Dec 2018 / v.20 / n.4 / 643-650.

- OCDE-FAO Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos-Food and Agriculture Organization. 2016 perspectivas agrícolas 2016-2024. Paris: OCDE. online resource 340 (OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas). ISBN: 9264202551X.
- Rasmussen AL y Mast MG. 1989. Effect of feed withdrawal on composition and quality of broiler meat. *Poultry Sci.* 68:1109-1113
- Papa M, Dickens A. 1989. Lower Gut Contents and Defecatory Responses of Broiler Chickens as Affected by Feed Withdrawal and Electrical Treatment at Slaughter. *Poultry Science* 68:1478-1484.
- Ricuarte S. 2005. Problemas del pollo de engorde antes y después del beneficio-pollo en canal (Problems of the fattening chicken of before and after benefit – chicken in canal). *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET* ISSN 1695-7504. [Consultado 2019 septiembre 20]. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63612649013.pdf>
- Russell S. 2010. Cómo entender la descomposición de los productos avícolas. Colombia Industria Avícola. [internet]. [Consultado 2019 septiembre 20]. <https://www.industriaavicola.net/procesamiento-productos-avicolas/>.
- SAGARPA Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2013. Calidad Microbiológica de la Carne de Pollo. (9):20–43. [Consultado 2019 agosto 28]. <http://www.anetif.org/files/pages/0000000034/19-calidad-microbiologica-de-la-carne-de-pollo.pdf>.
- Salas M, Salvadó J. 2008. Nutrición y Dietética clínica. 2ª ed. España – Barcelona: Elsevier. [Internet]. [consultado 2019 septiembre 20] Retrieved from <https://books.google.com/books?id=RCVE3THIEwC&pgis=1>
- Shiel W, Facp MD, Facr C. 2019. Medical definition of Ph. MedicineNet. Public information. [Internet]. [Consultado 2019 septiembre 20]. <https://www.medicinenet.com/script/main/art.asp?articlekey=32704>
- Sofos JN y Smith G C. 1998. Nonacid meat decontamination technologies; Model studies and commercial applications. *Int. J. Food Microbial.* 44: 171-188
- Swisscontact. 2014. Análisis rápido de la cadena de valor avícola en la región 2 valles de Comayagua, Honduras [internet]. Tegucigalpa: Secretaría de Agricultura y Ganadería. [consultado 2019 octubre 19]. <http://www.agronegocioshonduras.org/wp-content/uploads/2015/06/Cadena-Avicola-Comayagua.pdf>
- USDA United States Department of Agriculture. 2018. Food Safety and Inspection Service; Meat, Poultry and Egg Product Inspection Directory. (En línea). [Consultado 2019 octubre 13]. <https://avicultura.com/usda-la-produccion-mundial-de-carne-de-pollo-sigue-creciendo-y-superara-los-90-m-de-tm-en-2018-segun-el-usda/>.
- Yang Z, Li Y y Slavik MF. 1998. Use of antimicrobial spray applied with an inside outside bird washer to reduce bacterial contamination of pre-chilled chicken carcasses. *J. Food Prot.* 61:829-832.

- Yang Y, Yonghua Y, Jinming P, Yibin Y y Hong Z. 2016. A new method to manipulate broiler chicken growth and metabolism: Response to mixed LED light system. *Scientific Report*. 6:25972
- Yu DJ, Na JC, Kim SH, KIM JH, Kang GH, Kim, HK, Seo OS y Lee JC. 2008. Effects of dietary selenium on the growth performance and selenium retention of meat in broiler chickens. P 200-250. (en línea). [Consultado 2019 septiembre 20]. Disponible en www.actas de XXIIIcongreso/sobreaves de corral/32723843.
- Zuidhof M J, McGovern RH, Schneider BL, Feddes JR, Robinson FE y Korver DR. 2004. Effects of feed withdrawal time on the incidence of fecal spillage and contamination of broiler carcasses at processing. *Journal of Applied Poultry Research*, 13(2), 171-177.

7. ANEXOS

Anexo 1. ANOVA para recuentos de grupos indicadores (Log UFC/ml) y para relación ENT/BAL

| Análisis microbiológico | Pr > F | R² | CV | Valor F |
|--------------------------------|------------------|----------------------|-----------|----------------|
| <i>Escherichia coli</i> | 0.0031 | 0.74 | 7.17 | 8.22 |
| Bacterias Ácido lácticas | 0.1240 | 0.38 | 13.25 | 2.35 |
| Mesófilas aerobias | 0.5947 | 0.25 | 14.58 | 0.66 |
| Coliformes totales | 0.0005 | 0.79 | 4.70 | 12.45 |
| Enterobacterias | 0.0192 | 0.58 | 8.78 | 4.88 |
| ENT/BAL | 0.0040 | 0.69 | 60.77 | 8.10 |

ENT/BAL: Relación entero bacterias y bacterias ácido lácticas. ($\sqrt{\text{ENT(UFC/ml)} / \text{BAL(UFC/ml)}}$); CV: Coeficiente de variación.

Anexo 2. ANOVA pesos (gramos) y rendimientos (%) de pollos

| Pesos | Pr > F | R² | CV | Valor F |
|--------------|------------------|----------------------|-----------|----------------|
| PAA | 0.5682 | 0.49 | 2.86 | 0.70 |
| PDA | 0.0083 | 0.63 | 4.22 | 6.28 |
| PC | 0.9507 | 0.17 | 4.90 | 0.11 |
| RAA | 0.9670 | 0.17 | 5.95 | 0.08 |
| RDA | 0.1552 | 0.43 | 6.03 | 2.09 |
| HCI | 0.0396 | 0.58 | 16.6 | 3.81 |

PAA: Peso antes de inicio ayuno; PDA: Peso después del ayuno; PC: Peso canal; RAA: Rendimiento antes de inicio de ayuno; RDA: Rendimiento después del ayuno; HCI: Humedad del contenido intestinal; CV: Coeficiente de variación.

Anexo 3. ANOVA pH y contenido alimenticio en molleja

| En molleja | Pr > F | R² | CV | Valor F |
|-------------------|------------------|----------------------|-----------|----------------|
| pH | 0.4928 | 0.21 | 16.59 | 0.85 |
| PCAM | 0.0005 | 0.77 | 37.39 | 12.82 |

PCAM: Peso de contenido alimenticio en molleja CV: Coeficiente de variación.

Anexo 4. ANOVA pH y contenido alimenticio en intestinos

| En Intestinos | Pr > F | R² | CV | Valor F |
|----------------------|------------------|----------------------|-----------|----------------|
| pH | 0.1275 | 0.46 | 8.12 | 2.32 |
| PCAI | 0.0005 | 0.84 | 45.23 | 20.31 |

FPCAI: Peso de contenido alimenticio en intestinos; CV: Coeficiente de variación.