



**Universidad Científica del Sur**

**Facultad de Ciencias Veterinarias y Biológicas**

**Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia**

**“EVALUACIÓN DE LA INCLUSIÓN EN LA DIETA DE PRO-  
NUTRIENTES SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE  
POLLOS DE ENGORDE”**

Tesis para optar por el título profesional de:  
**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**ADRIANA DE FÁTIMA NECIOSUP BARSALLO**  
**BACHILLER EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**LIMA-PERÚ**

**2018**

## Acta de Sustentación de Tesis

Siendo las 17:00 horas del 30 de Octubre de 2018, en el Aula L - 206 del Campus Villa II, bajo la presencia del jurado examinador nombrado por **Resolución Directoral Académica de Carrera N° 068-DACMVZ-DAFCVB-U. CIENTÍFICA-2018**, presidido por el Dr. Manuel Efraín Rosemberg Barrón, Ing. Zoot. Melisa Fernandez Curi, Mg. Jorge Luis Vilela Velarde y el M.V. Eglinton Villacaqui Ayllón como Director - Observador. Se procedió en acto público a la sustentación de la tesis **"EVALUACIÓN DE LA INCLUSIÓN EN LA DIETA DE PRO-NUTRIENTES SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE POLLOS DE ENGORDE"**.

El presidente concedió el uso de la palabra a la Bachiller en Medicina Veterinaria y Zootecnia **Neciosup Barsallo Adriana De Fátima**, para la sustentación de su tesis. Luego de la exposición, la bachiller absolvió las preguntas del Jurado y del público asistente.

El Jurado acordó otorgarle la nota de:

..... *Diecisiete* ..... (17)

El presidente del Jurado dio por culminado el acto de sustentación y levantó la sesión a las 18:00hrs.



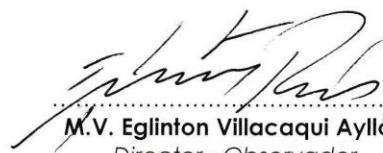
.....  
**Dr. Manuel Efraín Rosemberg Barrón**  
*Presidente*



.....  
**Ing. Zoot. Melisa Fernandez Curi**  
*Miembro*



.....  
**Mg. Jorge Luis Vilela Velarde**  
*Miembro*



.....  
**M.V. Eglinton Villacaqui Ayllón**  
*Director - Observador*

018-2018

T // (51) 610 6400  
 opción 2  
[www.cientifica.edu.pe](http://www.cientifica.edu.pe)

Campus  
 Panamericana Sur  
 km 19 - Lima 42

## DEDICATORIA

*A Dios,*

*Por guiarme en este camino y darme la perseverancia necesaria para cumplir mis metas.*

*A mis padres Marita y Julio,*

*Por todo su esfuerzo y apoyo incondicional.*

*A mi hermana Mariana,*

*Por quien me esfuerzo para ser un buen ejemplo.*

## AGRADECIMIENTOS

*A mi familia,*

*Por apoyarme siempre y creer en mí para lograr todo lo que me proponga.*

*A mis compañeros de facultad,*

*Por tanto tiempo compartido y experiencias inolvidables.*

*A mi director de tesis M.V Eglinton Villacaqui,*

*Por su tiempo y colaboración en esta tesis.*

## ÍNDICE GENERAL

|   |           |
|---|-----------|
| <b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>                         | <b>1</b>  |
| <b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>                      | <b>2</b>  |
| 1. Línea Ross 308 .....                             | 3         |
| 1.1 Manejo.....                                     | 3         |
| 1.1.1 Temperatura.....                              | 3         |
| 1.1.2 Humedad relativa.....                         | 4         |
| 1.1.3 Ventilación .....                             | 5         |
| 1.1.4 Densidad .....                                | 6         |
| 1.1.5 Cama.....                                     | 6         |
| 1.1.6 Agua .....                                    | 7         |
| 1.1.7 Alimento .....                                | 8         |
| 1.2 Requerimientos Nutricionales.....               | 8         |
| 1.3 Formulación de raciones .....                   | 12        |
| 1.4 Parámetros Productivos .....                    | 12        |
| 2. Pro-nutrientes .....                             | 16        |
| 2.1 Definición .....                                | 16        |
| 2.2 Clasificación .....                             | 17        |
| 2.2.1 Acondicionadores de la mucosa intestinal..... | 17        |
| 2.2.2 Optimizadores de la mucosa intestinal .....   | 18        |
| 2.2.3 Hepatoprotectores .....                       | 18        |
| 2.2.4 Inmunopotenciadores.....                      | 18        |
| 2.2.5 Promotores de la absorción de minerales.....  | 19        |
| 2.3 Investigaciones Previas.....                    | 19        |
| <b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>               | <b>25</b> |
| 3.1 Tratamientos.....                               | 25        |
| 3.2 Formulación del Alimento .....                  | 25        |
| 3.3 Preparación del Galpón.....                     | 25        |
| 3.4 Materiales y Equipos .....                      | 27        |
| 3.5 Recepción de Pollos BB .....                    | 28        |

|              |  |           |
|--------------|--|-----------|
| 3.6          | Alimentación.....                      | 28        |
| 3.7          | Manejo de Bebederos y Agua.....        | 29        |
| 3.8          | Manejo de Cortinas.....                | 29        |
| 3.9          | Programa Sanitario y Bioseguridad..... | 30        |
| 3.10         | Análisis de Datos.....                 | 30        |
| 3.10.1       | Variables evaluadas.....               | 30        |
| <b>IV.</b>   | <b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>     | <b>32</b> |
| <b>V.</b>    | <b>CONCLUSIONES.....</b>               | <b>41</b> |
| <b>VI.</b>   | <b>RECOMENDACIONES.....</b>            | <b>42</b> |
| <b>VII.</b>  | <b>ANEXOS.....</b>                     | <b>43</b> |
| <b>VIII.</b> | <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b> | <b>54</b> |

## INDICE DE CUADROS

|   |    |
|---|----|
| Cuadro 1. Referencia de temperatura adecuada en el galpón.....  | 4  |
| Cuadro 2. Referencia de temperaturas de bulbo seco necesarias para lograr las temperaturas equivalentes para diferentes valores de HR.....                              | 5  |
| Cuadro 3. Requerimientos Nutricionales Ross 308.....  | 9  |
| Cuadro 4. Objetivos de desempeño de Pollo Machos Ross 308 .....   | 15 |
| Cuadro 5. Investigaciones previas sobre el efecto de pro-nutrientes frente a los parámetros productivos en pollos de engorde .....                                      | 24 |
| Cuadro 6. Estimación promedio del ICA, ganancia de peso y consumo de alimentos en pollos de engorde con pro-nutrientes en su dieta durante de 6 semanas de crianza..... | 32 |
| Cuadro 7. Ganancia de peso promedio de las aves según tiempo de evaluación por tratamiento evaluado.....  | 34 |
| Cuadro 8. Consumo de alimento promedio de las aves según tiempo de evaluación por tratamiento evaluado.....   | 36 |
| Cuadro 9. Índice de conversión alimenticia de las aves según tiempo de evaluación por tratamiento evaluado.....   | 38 |

## INDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Comparación de la ganancia de peso de pollos según los tiempos de evaluación.....               | 34 |
| Figura 2. Ganancia de peso a lo largo de las 6 semanas de crianza .....                                   | 35 |
| Figura 3. Consumo de alimento a lo largo de las 6 semanas de crianza .....                                | 37 |
| Figura 4. Comparación del consumo de alimento de pollos según los tiempos de evaluación.....              | 38 |
| Figura 5. Índice de Conversión Alimenticia a lo largo de las 6 semanas de crianza .....                   | 39 |
| Figura 6. Comparación del índice de conversión alimenticia de pollos según los tiempos de evaluación..... | 40 |



## INDICE DE ANEXOS

|  |    |
|--|----|
| Anexo 1. Dieta Inicio.....   | 45 |
| Anexo 2. Dieta Crecimiento .....   | 46 |
| Anexo 3. Dieta Acabado.....  | 47 |
| Anexo 4. Resultados de Shapiro-Wilk y prueba Kolmogorov-Smirnov para Índice de Conversión Alimenticia.....                                     | 48 |
| Anexo 5. Resultados de Shapiro-Wilk y prueba Kolmogorov-Smirnov para Ganancia de Peso.....   | 49 |
| Anexo 6. Resultados de Shapiro-Wilk y prueba Kolmogorov-Smirnov para Consumo de Alimento.....  | 50 |
| Anexo 7. Resultados de parámetros productivos (Índice de Conversión Alimenticia, Ganancia de peso y Consumo de alimento) por Semana (1-6)..... | 51 |
| Anexo 8. Resultados de parámetros productivos (Índice de Conversión Alimenticia, Ganancia de peso y Consumo de alimento) por Semana (1-6)..... | 51 |

## RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el impacto de los pro-nutrientes sobre los parámetros productivos: ganancia de peso, consumo de alimento, índice de conversión alimenticia (ICA) en pollos de engorde de la línea Ross 308. El experimento consistió en evaluar 2 tratamientos, cada uno conformado por 280 pollos, divididos en 8 corrales de 35 pollos cada uno en un diseño completamente al azar: “Tratamiento control” (T1) con una dieta basal formulada según los requerimientos de la línea genética sin adición de pro-nutrientes y el “Tratamiento con pro-nutrientes” (T2) con la misma dieta basal además de la adición de pro-nutrientes. Se midió la ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia semanalmente. Al final de la campaña se determinó que la ganancia de peso en T1 fue de 3345g/ave y para T2 fue de 3367g/ave, para el consumo de alimento en T1 fue de 5668 g/ave y en T2 fue de 5693 g/ave y para el ICA en T1 fue de 1.672 y en T2 fue de 1.668; para las tres variables evaluadas no se determinó diferencia estadística significativa ( $p>0.05$ ). En conclusión, se determinó que la adición de pro-nutrientes en la dieta de pollos de engorde de la línea Ross 308, no presenta una diferencia estadística significativa ( $p>0.05$ ) respecto a los parámetros productivos: ganancia de peso, consumo de alimento, índice de conversión alimenticia (ICA) en las aves evaluadas.

**Palabras clave:** *Pollos de engorde, pro-nutriente, ganancia de peso, consumo de alimento, índice de conversión alimenticia.*

## ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate the impact of pro-nutrients about the productive parameters: weight gain, feed intake and feed conversion ratio (ICA) in male Ross 308 broilers. The experiment consisted of 2 treatments, each treatment with 280 broilers, divided into 8 pens of 35 broilers each in a completely randomized design: “Control Treatment” (T1) with a basal diet formulated according to the requirements of the genetic line without addition of pro-nutrients and the “Treatment with pro-nutrients” (T2) with the same basal diet and the addition of pro-nutrients. The weight gain, feed intake and feed conversion were measured weekly. At the end of the campaign it was determined that the weight gain in T1 was 3345g/bird and in T2 was 3367g/bird, for feed intake in T1 was 5668g/bird and in T2 was 5693g/bird and for the ICA in T1 was 1.672 and in T2 was 1.668; for the three variables evaluated no significant statistical difference was determined ( $p > 0.05$ ). In conclusion, it was determined that the addition of pro-nutrients in the broiler diet of the Ross 308 line does not present a significant statistical difference ( $p > 0.05$ ) respect to the productive parameters: weight gain, feed intake, feed conversion ratio (ICA) in the birds evaluated.

**Key Words:** Broilers, *pro-nutrients*, *weight gain*, *feed intake*, *feed conversion ratio*

## I. INTRODUCCIÓN

En la producción de pollos de engorde el objetivo es lograr que el ave obtenga la mayor ganancia de peso durante el tiempo de campaña; es decir, el ave debe asimilar los nutrientes proporcionados en la dieta para su conversión en carne en el menor tiempo posible. Para ello es fundamental que las aves tengan un intestino saludable, con una microbiota idónea que le permita absorber los nutrientes proporcionados en dietas formuladas para satisfacer los requerimientos nutricionales de la línea genética y así se obtenga la integridad intestinal necesaria para el rendimiento óptimo del ave.

Por otro lado, en la actualidad existe una creciente demanda por consumir alimentos naturales que aseguren la inocuidad a los consumidores. Además, el aumento de restricciones regulatorias en el uso de antibióticos promotores de crecimiento (APC) en la producción animal, ha estimulado la investigación y el desarrollo de productos alternativos que intenten reducir el uso de tales antibióticos y que, por tanto, contrarresten la creación de cepas bacterianas resistentes.

Frente a estos dos requerimientos en el campo de la avicultura, se propone como una alternativa a los pro-nutrientes, debido que otorgan una mejor digestión, absorción, inmunomodulación, mantenimiento de la salud y resistencia a enfermedades (Torrealba, 2009). El reto ahora es combinar los pro-nutrientes necesarios para obtener un efecto positivo en la salud del animal y en el desempeño para maximizar la productividad. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación es evaluar los parámetros productivos (consumo de alimento, ganancia de peso, índice de conversión alimenticia) de pollos de engorde Ross 308 alimentados con pro-nutrientes en la dieta.

## II. MARCO TEÓRICO

El sector avícola ha tenido un notable crecimiento en los últimos años. Conforme a lo indicado por el MINAGRI, el Perú alcanzó 1.56 millones de toneladas durante el 2017 con respecto a la producción avícola, lo cual representó un 3% más en comparación al año 2016. Se espera que al cierre del presente año 2018, tal producción, donde se incluye carne de pavo, gallina, gallo, pato y pollo crezca en un 4%. Así mismo, la carne de pollo ocupa el primer lugar en cuanto a la preferencia de consumo de carnes en el mercado peruano (54% del consumo total de carnes), según estimados propios en base a información del MINAGRI. En el 2017 se registró un alto consumo per cápita de pollo, siendo este 50kg en Perú y 65kg en Lima (Asmat, 2018).

Debido al crecimiento del sector avícola en nuestro país, las condiciones de crianza han cambiado año tras año y el galpón tradicional peruano está quedando atrás, con la finalidad de obtener los mejores parámetros productivos, por lo que invertir en la tecnología puede impulsar el desarrollo de esta industria. Se está apostando por invertir en la automatización de galpones, es decir, adquirir equipamiento que va a permitir reducir costos y pérdidas en la producción, brindar mejores condiciones a los animales y conseguir un mejor producto final; sin embargo, se debe reducir los efectos sobre la producción del cambio climático, la expansión de las ciudades, escases de mano de obra y la demanda de competitividad producto de la globalización (Landa, 2015).

Los avances más sustantivos registrados en la avicultura continúan siendo en el campo de la genética, manifestándose en el fenotipo mediante una conversión alimenticia eficiente y una alta velocidad de crecimiento (Besbe, 2000; Mora, 2003). Esto ha conllevado a una amplia gama de fenotipos que se encuentran disponibles en el mercado, como por ejemplo: Cobb 500, Hubart, Hybro y Ross 308 (Ferney, 2012).

## 1. Línea Ross 308

El pollo Ross 308 es un pollo de engorde robusto, posee características de importancia comercial como por ejemplo una eficiente conversión alimenticia, un correcto rendimiento de carne y una elevada velocidad de crecimiento (Cárdenas, 2015). Además el pollo Ross 308 es resistente a enfermedades metabólicas como ascitis, así como adaptable tanto a climas cálidos y templados (Valdiviezo, 2012).

### 1.1 Manejo

#### 1.1.1 Temperatura

Es fundamental garantizar un elevado confort a las aves para un correcto consumo de alimento y desarrollo de órganos y tejidos, esto se logra con una temperatura adecuada (Oviedo, 2017). Tal temperatura demanda un mínimo consumo de alimento para que la temperatura del organismo permanezca en los límites normales. La temperatura ambiental es importante para mantener las tres funciones orgánicas principales: crecimiento, mantenimiento y producción, por ello esta temperatura debe estar dentro del intervalo termoneutro, el cual posee un límite superior y un límite inferior. Aquellas temperaturas que estén fuera de tales límites darán lugar a un estrés término (Callejo, 2010).

Es necesario que durante los primeros días de vida de los pollos, estos se encuentren en ambientes de temperatura entre 30-33°C, ya que estos son poiquiloterms hasta el día 5-6 (Oviedo, 2017). Sí hay un exceso de frío o de calor dentro de estos días, se podría reflejar en un crecimiento pobre con una conversión alimenticia negativa y por lo tanto una alta susceptibilidad a enfermedades (Fairchild, 2012).

Cambios drásticos de temperatura y humedad, que no son adecuadamente controlados por el avicultor, afectan severamente el rendimiento productivo del pollo de engorde, ocasionando grandes pérdidas económicas (Dale, 2002). Por ellos lo más importante es mantener la cama a 33°C de temperatura el día 1 y conforme los días pasen ir reduciéndola reducirla hasta 27-28°C al día 7 de vida. También se recomienda un precalentamiento de la cama para recibir a los pollos BB, de igual manera se puede mantener una buena

temperatura del aire sin necesidad de utilizar elevadas temperaturas (< 30°C) cuando los pollos BB ya se encuentren en el galpón (Jarama, 2016). Los valores de temperatura adecuada en el galpón se muestran en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Referencia de temperatura adecuada en el galpón

| <b>Edad (días)</b> | <b>Temperatura para Crianza en todo el galpón °C (°F)</b> |
|--------------------|---|
| 1                  | 30 (86)   |
| 3                  | 28 (82)   |
| 6                  | 27 (81)   |
| 9                  | 26 (79)   |
| 12                 | 25 (77)   |
| 15                 | 24 (75)   |
| 18                 | 23 (73)   |
| 21                 | 22 (72)   |
| 24                 | 21 (70)   |
| 27                 | 20 (68)   |

Fuente: Manual de Manejo del Pollo de Engorde Ross, 2014

### 1.1.2 Humedad relativa

Se define como el % de saturación de H<sub>2</sub>O presente en el aire (Fairchild, 2012). La humedad dentro del galpón resulta del número y del tamaño de los pollos y por consiguiente por su proceso respiratorio, la densidad, la ventilación y la temperatura. En menor medida depende de la humedad ambiente (Estrada y Márquez, 2005).

La cantidad de humedad presente será crucial para evaluar la capacidad que posee el pollo para enfriarse a través del jadeo y de igual manera influye en la producción de amoníaco. Es recomendable que la humedad relativa se encuentre entre 50-70 % a lo largo de todo el período de crecimiento (Fairchild, 2012). Cuando tal humedad relativa en el galpón excede el 70%, el volumen de humedad de la cama tiende a aumentar y conlleva a empeorar las condiciones ambientales. Una humedad del 60% sería adecuada (Estrada y Márquez, 2005). El Cuadro 2 refleja la relación presente entre la temperatura y la humedad relativa (HR). Si la HR está fuera del rango, entonces la temperatura del galpón al nivel del pollo se debe colocar según las cifras presentadas en esta tabla.

**Cuadro 2.** Referencia de temperaturas óptimas para obtener temperaturas equivalentes para diferentes valores de HR

| Edad (días) | Temperatura de bulbo seco para la HR% |             |             |             |             |
|-------------|---------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|             | °C (°F)                               |             |             |             |             |
|             | 40                                    | 50          | 60          | 70          | 80          |
| Un día      | 36.0 (96.8)                           | 33.2 (91.8) | 30.8 (84.4) | 29.2 (84.6) | 27.0 (80.6) |
| 3           | 33.7 (92.7)                           | 31.2 (88.2) | 28.9 (84.0) | 27.3 (81.1) | 26.0 (78.8) |
| 6           | 32.5 (90.5)                           | 29.9 (85.8) | 27.7 (81.9) | 26.0 (78.8) | 24.0 (75.2) |
| 9           | 31.3 (88.3)                           | 28.6 (83.5) | 26.7 (80.1) | 25.0 (77.0) | 23.0 (73.4) |
| 12          | 30.2 (86.4)                           | 27.8 (82.0) | 25.7 (78.3) | 24.0 (75.2) | 23.0 (73.4) |
| 15          | 29.0 (84.2)                           | 26.8 (80.2) | 24.8 (76.6) | 23.0 (73.4) | 22.0 (71.6) |
| 18          | 27.7 (81.9)                           | 25.5 (77.9) | 23.6 (74.5) | 21.9 (71.4) | 21.0 (69.8) |
| 21          | 26.9 (80.4)                           | 24.7 (76.5) | 22.7 (72.9) | 21.3 (70.3) | 20.0 (68.0) |
| 24          | 25.7 (78.3)                           | 23.5 (74.3) | 21.7 (71.1) | 20.2 (68.4) | 19.0 (66.2) |
| 27          | 24.8 (76.6)                           | 22.7 (72.9) | 20.7 (69.3) | 19.3 (66.7) | 18.0 (64.4) |

Fuente: Manual de Manejo del Pollo de Engorde Ross, 2014

### 1.1.3 Ventilación

De manera permanente los galpones deben ser ventilados ya que así se logra que el ambiente interior pueda responder a los requerimientos de las aves que ahí se encuentran. Es fundamental renovar del aire de los galpones por aire externo pues así se logra eliminar el exceso de vapor de agua, al igual que mantener los niveles de gases tóxicos y de CO<sub>2</sub> en valores aceptables, también eliminar el polvo en suspensión y reducir los malos olores presentes en el ambiente (Callejo, 2010).

La importancia del uso de los extractores y ventiladores radica en la necesidad del enfriamiento del galpón. Estos necesitan entradas y salidas controladas de aire, es por ello que si este sistema no resulta eficiente, probablemente se deba a una entrada incontrolada de aire al galpón, ya sea por grietas en paredes, orificios en ventanas, etc. Por esto es importante cubrir estas entradas de aire, así como cubrir los ventiladores o cualquier tipo de abertura dentro del galpón que no se utilice (Oviedo, 2017).



#### 1.1.4 Densidad

Para evaluar la correcta densidad aceptada en el galpón es necesario tener en cuenta ciertos factores como el tamaño de los pollos, la distancia entre comederos y bebederos, el tamaño del galpón, el bienestar de los pollos, la nutrición y/o alimentación, la línea genética, el rendimiento económico y el desempeño (Fairchild, 2010). La densidad apropiada para criar pollos de engorde es de 10-10.5 aves/m<sup>2</sup>, en cualquier época del año; el exceso de población trae problemas tales como una reducción del 6% en el peso final, incremento de cojeras, aumento de rasguños y moretones, inmunodepresión, aumenta mortalidad por estrés de calor, afecta la uniformidad y la movilidad (Zamora, 2017).

#### 1.1.5 Cama

Esta es utilizada para evitar que exista un contacto directo del pollo con el piso, también suele ayudar a la absorción de agua, así como a la incorporación de heces, orina y plumas. De igual manera a una disminución de las fluctuaciones de temperatura dentro del galpón (Dai, 2016). Por ello, si el material de cama utilizado no es el adecuado o la calidad no es la correcta, esto afectará la expresión del potencial genético de los pollos (Lacy, 2002).

El material seleccionado para ser utilizado como cama debe tener características específicas, tales como: tener buena capacidad higroscópica, ser rico en carbono (celulosa y lignina), tener partículas de tamaño medio (material picado o triturado), tener baja conductividad térmica, liberar fácilmente al aire la humedad absorbida, poder ser tratado con métodos físicos (calor) para que no se convierta en vehículo de agentes patógenos, tener bajo costo de adquisición y buena disponibilidad en la región (Luyo, 2014). El material de cama puede ser: viruta, aserrín seco o cascarilla de arroz o girasol, entre otros (Cárdenas, 2015).

Para reducir costos, en la crianza de pollos es frecuente reutilizar el material de cama durante varias campañas (Esmail, 2003). En el Perú, la viruta de madera se ha convertido en uno de los materiales de cama que más se utiliza y dados los inconvenientes para su recambio entre campañas, tales como la disponibilidad, época, y costo, los avicultores han

optado por cambiar la cama después de varias campañas, sin embargo esto requiere de un buen manejo para ser exitosa (Alba *et al.*, 2008).

### 1.1.6 Agua

Es el componente más importante de los seres vivos, pues representa un alto % del peso, entre 58-65% en las aves adultas y 85% en pollos BB. En la avicultura, el agua cumple varias funciones, principalmente para el consumo de las aves, también para actividades como la vacunación, limpieza y desinfección de instalaciones y equipos. Y posterior a la crianza para las operaciones regulares en el procesamiento de carnes, en las plantas de alimentos balanceados y plantas de incubación, camales, etc. (Pomiano, 2016).

En la actualidad el pollo de engorde posee una elevada velocidad de crecimiento, llegando a ser 65 g/día y por lo tanto su actividad metabólica también resulta alta. Por este motivo, el consumo de agua en pollos es de vital importancia si lo comparamos con otras especies animales (Bruno y Macari, 2002). De igual manera hay una estrecha relación entre la cantidad de agua ingerida con el consumo de alimento (agua/alimento). Siendo esta relación de 1.6 l/kg alimento hasta 2.5 l/kg alimento, lo cual muchas veces depende de las condiciones ambientales. Se estima que la necesidad de agua aumenta un 6.5% por cada grado centígrado que supere la temperatura ideal de 21°C. Así mismo la edad también influye en la necesidad de agua por parte del pollo, pues si comparamos la cantidad de agua que necesita un pollo BB con un pollo adulto, se observa que esta es mucho más importante en las fases iniciales. Es decir, hay un mayor riesgo a caer en una deshidratación durante los primeros días de vida de un pollo BB donde sus necesidades equivalen al 40% de su peso (Rubio, 2005).

### 1.1.7 Alimento

Fundamental al momento de la crianza de pollos de engorde, ocupa el primer lugar en cuanto a costos de producción, por lo cual una correcta nutrición equivale a un buen rendimiento del ave. Se suele peletizar el alimento para que así el pollo ingiera mayor cantidad cada vez que come, esto se debe a que los pollos comen de a pocos y suelen acercarse varias veces al comedero, para lo cual se requiere energía. De tal forma el peletizado disminuye la cantidad de energía que se requiere para que el ave se alimente (Fanatico, 2013).

### 1.2 Requerimientos Nutricionales

Para lograr un alimento balanceado es importante reunir una mezcla de varios ingredientes que aseguren un correcto balance tanto de proteínas como de energía y de otros nutrientes necesario para un adecuado crecimiento de los pollos con ganancias de peso óptimas y un índice de conversión alimenticia esperado, además de un buen rendimiento y calidad de carcasa (Mendoza, 2000). Se suele usar diferentes raciones, esto dependerá de la edad productiva del pollo, de esta manera aquellas raciones de inicio serán altas en proteína (ingrediente costoso), sin embargo aquellas raciones de crecimiento y de acabado tendrán menor cantidad de proteína ya que el requerimiento a esta edad es menor (Fanatico, 2013). Los principales ingredientes incluidos en la dieta de pollo de engorde son: trigo, maíz, soya, harina integral de soya, harina de girasol, aceites y grasa, fosfato, sal, bicarbonato de sodio, minerales y vitaminas, enzimas, absorbentes de micotoxinas (Ross, 2014).

Utilizar alimentos concentrados balanceados trae ventajas como un adecuado balance de nutrientes debido a su fabricación, una correcta calidad sanitaria, una adecuada presentación del alimento en cuanto a color, textura, el tamaño que debe tener la partícula y el olor de la misma; además hace más fácil registrar cuánto alimento se está suministrando y así evitar problemas nutricionales, ya sea por un exceso o por una carencia de nutrientes (DANE, 2013). Los requerimientos nutricionales para Ross 308 se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Requerimientos Nutricionales Ross 308

| Energía               | kcal | Inicio    |             | Crecimiento |             | Acabado   |             |
|-----------------------|------|-----------|-------------|-------------|-------------|-----------|-------------|
|                       |      | 3000      |             | 3100        |             | 3200      |             |
| Aminoácidos           |      | Total     | Digestibles | Total       | Digestibles | Total     | Digestibles |
| Lisina                | %    | 1.44      | 1.28        | 1.29        | 1.15        | 1.15      | 1.02        |
| Met + Cis             | %    | 1.08      | 0.95        | 0.99        | 0.87        | 0.90      | 0.80        |
| Metionina             | %    | 0.56      | 0.51        | 0.51        | 0.47        | 0.47      | 0.43        |
| Treonina              | %    | 0.97      | 0.86        | 0.88        | 0.77        | 0.78      | 0.68        |
| Valina                | %    | 1.10      | 0.96        | 1.00        | 0.87        | 0.89      | 0.78        |
| Isoleucina            | %    | 0.97      | 0.86        | 0.89        | 0.78        | 0.80      | 0.70        |
| Arginina              | %    | 1.52      | 1.37        | 1.37        | 1.23        | 1.21      | 1.09        |
| Triptófano            | %    | 0.23      | 0.20        | 0.21        | 0.18        | 0.18      | 0.16        |
| Leucina               | %    | 1.58      | 1.41        | 1.42        | 1.27        | 1.26      | 1.12        |
| <b>Proteína Cruda</b> | %    | 23.0      |             | 21.5        |             | 19.5      |             |
| <b>Minerales</b>      |      |           |             |             |             |           |             |
| Calcio                | %    | 0.96      |             | 0.87        |             | 0.78      |             |
| Fósforo disponible    | %    | 0.480     |             | 0.435       |             | 0.390     |             |
| Magnesio              | %    | 0.05-0.50 |             | 0.05-0.50   |             | 0.05-0.50 |             |
| Sodio                 | %    | 0.16-0.23 |             | 0.16-0.23   |             | 0.16-0.20 |             |
| Cloro                 | %    | 0.16-0.23 |             | 0.16-0.23   |             | 0.16-0.20 |             |
| Potasio               | %    | 0.40-1.00 |             | 0.40-0.90   |             | 0.40-0.90 |             |

Fuente: Especificaciones Nutricionales Pollo de engorde Ross 308, 2014

- a. **Energía:** La energía presente en los alimentos es uno de los factores más importantes a ser considerados en la nutrición animal. Está relacionada con el consumo del alimento y es utilizada en los diferentes procesos metabólicos envolviendo el mantenimiento de las aves hasta el máximo potencial productivo (Nogueira *et al.*, 2014). La principal fuente de energía en la ración para pollos de engorde son los carbohidratos, que se aportan vía cereales, como el maíz; sin embargo, en los actuales sistemas de producción se incluyen fuentes concentradas de energía (FCE) como grasas, aceites vegetales o combinación de ellas, para cubrir sus necesidades de energía metabolizable (EM) y el requerimiento de ácido linoleico que necesitan esas aves, con el propósito de que manifiesten en seis semanas su potencial genético productivo (Ávila *et al.*, 2008).
- b. **Proteína:** biomoléculas formadas básicamente por carbono, hidrógeno, nitrógeno y oxígeno adicionadas en las dietas para el suministro de aminoácidos (Walsh, 2013). El exceso de este nutriente implica el catabolismo de los aminoácidos, funcionando como aporte de energía en las dietas. Esta función no es recomendable debido a su

elevado costo como fuente energética. De esta manera, las dietas de pollos de engorde deben ofrecer un nivel proteico que minimice el uso de aminoácidos como fuente de energía (Bertechini, 2012). En la ración de los animales, las proteínas desempeñan muchas funciones, formando parte de la estructura básica de los tejidos, como músculos, tendones, piel, albúmina, y yema entre otros, y complementando funciones metabólicas y reguladoras del organismo. También, formando base del código genético y el sistema inmunitario (Gibert, 2016). Actualmente existe una gran aceptación y aplicación del concepto de proteína ideal, así como mayor conocimiento del requerimiento de treonina, y la interacción treonina-desafío sanitario. Se tienen determinadas las relaciones óptimas de los aminoácidos en función a la lisina, para las distintas etapas de crecimiento, además de la diferenciación de los requerimientos de aminoácidos basados en sexo, temperatura ambiental, objetivo de la producción: ganancia de peso, conversión de alimento, mayor producción de pechuga o menor contenido de grasa abdominal (Ribeiro *et al.*, 2011).

- c. **Minerales:** Se pueden clasificar como macrominerales y microminerales. Los macrominerales están vinculados principalmente con las funciones minerales orgánicas en la alimentación de pollos de engorde estructurales y fisiológicas, mientras que los microminerales son importantes para el sistema inmunológico, reproducción y crecimiento (Viera, 2008). Los pollos de engorde necesitan ligeramente mayores cantidades de macrominerales (expresados en % de ración) y cantidades menores de microminerales (expresados en ppm o ppb) (Gallardo, 2017). Los minerales tienen diferentes funciones en el organismo de las aves como: formación del esqueleto; como parte de las proteínas y lípidos; integridad de la pared celular y mantenimiento de la presión osmótica; regulación de procesos orgánicos; balance ácido básico; balance electrolítico; actúan como cofactores ayudando a liberar energía; antioxidantes: selenio, zinc, cobre, manganeso; sistema inmune: cobre, zinc, hierro, selenio; producción de energía: fósforo, magnesio, manganeso; sistema hormonal: hierro, manganeso, zinc, cobre, magnesio, potasio; producción de vitaminas: cobalto; sistemas enzimáticos: zinc, cobre, manganeso, magnesio, hierro; reproducción: fósforo, cobre, potasio, manganeso, zinc y

magnesio; mejora la producción y peso de los pollos: cromo (Swiatkiewicz *et al.*, 2014).

- d. Vitaminas: Por su solubilidad las vitaminas son agrupadas en vitaminas hidrosolubles (complejo B y vitamina C) y liposolubles (vitaminas A, D, E y K). Las vitaminas liposolubles tienen como características ser solubles en grasas y aceites; no son producidas en el organismo por lo que se llegan a formar depósitos en el hígado, que garantizan los requerimientos mínimos orgánicos por varias semanas o meses. Las vitaminas hidrosolubles si pueden ser producidas por las aves gracias a la flora intestinal de los sacos ciegos; sin embargo, dada la tasa de crecimiento o productividad de algunas líneas, a menudo estos aportes no son suficientes para cubrir por completo los requerimientos diarios (Gutiérrez y Sumano, 2010). Al ver el potencial benéfico de las vitaminas para el organismo de las aves, la suplementación de las mismas toma una evidente importancia. La asociación de vitaminas debe estar formulada de acuerdo a las distintas necesidades de los productores, de modo que puedan ser administradas también de una forma rápida y eficiente como en el agua de bebida, donde la absorción puede ser bastante alta (Viera, 2008).
- e. Enzimas: Las dietas a base de maíz-soya siguen siendo una de las dietas más eficaces para pollos de engorde y son altamente digestibles, pero la posibilidad de mejorar su digestibilidad todavía existe. Una manera de mejorarla es con el uso de enzimas o mezcla de enzimas que poseen un amplio espectro de variedad de actividades resultando en mejora del desempeño del animal (Francesch *et al.*, 2009). Esto debido a los beneficios del uso de enzimas en los alimentos, tales como: mejorar la eficiencia y reducir el costo del alimento al descomponer los factores antinutricionales; reducir la excreción de fósforo y calcio; reducir la variabilidad nutricional de los insumos; ayudar a mantener una adecuada salud intestinal debido a mejora en la digestibilidad de nutrientes, reduciendo problemas entéricos causados por bacterias (Alvites *et al.*, 2012).

### 1.3 Formulación de raciones

Las diferentes formulaciones de raciones en pollos de engorde tienen por objetivo cubrir los requerimientos nutricionales de las aves, dependiendo de la edad de las mismas. Los requerimientos de nutrientes generalmente disminuyen con la edad del pollo de engorde (Zhicay, 2016).

- a. **Iniciación:** se torna importante que los pollos BB tengan un rápido acceso al alimento ya que el saco vitelino como reservorio de alimento tiene una capacidad limitada (Bigot *et al.*, 2003). Además el peso que el pollo gane al final de la campaña dependerá de su crecimiento durante los primeros días de vida, ya que la capacidad de compensación en las demás fases es muy pequeña. Si el pollo de engorde a los 10 días de vida tiene una diferencia de peso de 10 gramos entonces a los 35 días tendrá 30-50 gramos. Para permitir un buen desarrollo es esencial el aporte de aminoácidos en la fase inicial (Dapoza, 2015).
- b. **Crecimiento:** un buen alimento es fundamental para aumentar al máximo el desempeño del ave. En aquellos casos donde sea necesario restringir el crecimiento entonces se deberá actuar durante esta fase, para ello es mejor usar técnicas de alimentación sólo en ciertos momentos del día o poner en práctica programas de iluminación. Por el contrario no es recomendable modificar la composición de la dieta para restringir el crecimiento (Zhicay, 2016).
- c. **Finalización:** esta última fase corresponde al mayor costo, por ello se debe utilizar principios económicos para el diseño. Es posible que se presenten cambios rápidos en la composición corporal durante esta fase, por lo que es necesario tener en cuenta el depósito excesivo de grasa en la canal y también la pérdida de rendimiento en la carne de la pechuga (Zhicay, 2016).

### 1.4 Parámetros Productivos

En las explotaciones avícolas existen los parámetros productivos que son fundamentales para determinar la viabilidad productiva y económica de un proyecto pues miden en términos de eficiencia como se va desempeñando los animales con respecto a los insumos



utilizados. Esto permite redireccionar los procesos para ir mejorando (Barreto y Fierro, 2017). La eficiencia en la toma de estos datos, nos permite saber con mayor exactitud de la producción de la empresa, haciéndola más eficiente y con capacidad de anticiparse a cambios que puedan ocurrir en el medio (Lopera, 2017). Para cualquier sistema de producción de pollos de engorde es importante tener en cuenta tres parámetros principales para poder analizar adecuadamente su rendimiento. Los parámetros mayormente evaluados son Índice de Conversión Alimenticia, Ganancia de Peso y Consumo de Alimento (Cárdenas, 2015).

Índice de Conversión Alimenticia (ICA): mide la productividad del animal, en este caso el pollo de engorde, y se obtiene de la relación entre el alimento que consume el ave con el peso que gana (Rodríguez, 2007). La clave para lograr una buena conversión, son conocer aquellos factores básicos que la afecta además de una correcta práctica de métodos de crianza que mejoren dichos factores (Cárdenas, 2015). Es evidente que cuanto menor sea la conversión más eficiente es el ave.

$$ICA = \frac{\text{Consumo de alimento acumulado (g/ave)}}{\text{Ganancia de peso (g/ave)}}$$

Ganancia de Peso: es el incremento de peso que el ave obtiene en determinado tiempo, este se lleva con una tabla de registro semanal y se debe comparar con la ganancia de peso ideal, para poder aplicar medidas correctivas de ser necesario y así alcanzar los mejores resultados posibles (Klein, 2015).

$$GP = PV (\text{Semana Actual}) - PV (\text{Semana Anterior})$$

Consumo de Alimento: es la cantidad de alimento que consume el ave, se obtiene de la diferencia entre la cantidad de alimento que quedó en el comedero menos el alimento que fue ofrecido, esta cantidad en gramos se divide entre la cantidad de aves del corral.



$$\text{Consumo de alimento} = \frac{\text{Alimento ofrecido} - \text{Alimento rechazado}}{\text{Número de aves}}$$

Los objetivos de desempeño establecidos para machos de la línea Ross 308 se muestran en el Cuadro 4.

**Cuadro 4. Objetivos de desempeño de Pollo Machos Ross 308**

| Edad (Días) | Peso Corporal (g) | Peso Corporal (kg) | Ganancia Diaria (g) | Promedio Ganancia Diaria/Semana (g) | Cantidad Alimento Diario (g) | Alimento Acumulado (g) | ICA   |
|-------------|-------------------|--------------------|---------------------|-------------------------------------|------------------------------|------------------------|-------|
| 0           | 43                | 0.043              |                     |                                     |                              |                        |       |
| 1           | 55                | 0.055              | 12                  |                                     | 13                           | 13                     | 0.242 |
| 2           | 70                | 0.070              | 15                  |                                     | 16                           | 30                     | 0.424 |
| 3           | 88                | 0.088              | 18                  |                                     | 19                           | 49                     | 0.553 |
| 4           | 109               | 0.109              | 21                  |                                     | 22                           | 71                     | 0.649 |
| 5           | 133               | 0.133              | 24                  |                                     | 25                           | 96                     | 0.723 |
| 6           | 160               | 0.160              | 27                  |                                     | 29                           | 125                    | 0.783 |
| 7           | 190               | 0.190              | 30                  | 21.03                               | 33                           | 159                    | 0.834 |
| 8           | 224               | 0.224              | 33                  |                                     | 38                           | 197                    | 0.879 |
| 9           | 260               | 0.260              | 37                  |                                     | 43                           | 239                    | 0.919 |
| 10          | 300               | 0.300              | 40                  |                                     | 48                           | 287                    | 0.956 |
| 11          | 343               | 0.343              | 43                  |                                     | 53                           | 340                    | 0.991 |
| 12          | 390               | 0.390              | 47                  |                                     | 59                           | 399                    | 1.023 |
| 13          | 440               | 0.440              | 50                  |                                     | 65                           | 463                    | 1.053 |
| 14          | 494               | 0.494              | 54                  | 43.38                               | 71                           | 534                    | 1.082 |
| 15          | 551               | 0.551              | 57                  |                                     | 77                           | 611                    | 1.108 |
| 16          | 612               | 0.612              | 61                  |                                     | 83                           | 694                    | 1.134 |
| 17          | 677               | 0.677              | 65                  |                                     | 89                           | 784                    | 1.157 |
| 18          | 746               | 0.746              | 69                  |                                     | 96                           | 879                    | 1.179 |
| 19          | 818               | 0.818              | 72                  |                                     | 102                          | 981                    | 1.199 |
| 20          | 895               | 0.895              | 76                  |                                     | 108                          | 1089                   | 1.217 |
| 21          | 975               | 0.975              | 80                  | 68.68                               | 118                          | 1207                   | 1.238 |
| 22          | 1057              | 1.057              | 83                  |                                     | 124                          | 1330                   | 1.258 |
| 23          | 1143              | 1.143              | 85                  |                                     | 130                          | 1460                   | 1.277 |
| 24          | 1231              | 1.231              | 88                  |                                     | 136                          | 1596                   | 1.296 |
| 25          | 1321              | 1.321              | 91                  |                                     | 142                          | 1737                   | 1.315 |
| 26          | 1414              | 1.414              | 93                  |                                     | 148                          | 1885                   | 1.333 |
| 27          | 1509              | 1.509              | 95                  |                                     | 154                          | 2039                   | 1.352 |
| 28          | 1606              | 1.606              | 97                  | 90.22                               | 160                          | 2200                   | 1.369 |
| 29          | 1706              | 1.706              | 100                 |                                     | 166                          | 2366                   | 1.387 |
| 30          | 1808              | 1.808              | 101                 |                                     | 172                          | 2538                   | 1.404 |
| 31          | 1911              | 1.911              | 103                 |                                     | 178                          | 2716                   | 1.422 |
| 32          | 2015              | 2.015              | 104                 |                                     | 184                          | 2900                   | 1.439 |
| 33          | 2121              | 2.121              | 106                 |                                     | 190                          | 3090                   | 1.457 |
| 34          | 2228              | 2.228              | 107                 |                                     | 195                          | 3285                   | 1.474 |
| 35          | 2336              | 2.336              | 108                 | 104.2                               | 200                          | 3485                   | 1.492 |
| 36          | 2444              | 2.444              | 109                 |                                     | 206                          | 3691                   | 1.510 |
| 37          | 2553              | 2.553              | 109                 |                                     | 211                          | 3902                   | 1.528 |
| 38          | 2663              | 2.663              | 110                 |                                     | 215                          | 4117                   | 1.546 |
| 39          | 2773              | 2.773              | 110                 |                                     | 220                          | 4337                   | 1.564 |
| 40          | 2883              | 2.883              | 110                 |                                     | 225                          | 4562                   | 1.582 |
| 41          | 2993              | 2.993              | 110                 |                                     | 229                          | 4790                   | 1.601 |
| 42          | 3103              | 3.103              | 110                 | 109.6                               | 233                          | 5023                   | 1.619 |

Fuente: Objetivos de Rendimiento Ross 308 AP, 2017

## 2. Pro-nutrientes

### 2.1 Definición

El PhD. Gordon Rosen, nutricionista inglés, definió a los pro-nutrientes, por primera vez, a mediados de la década de 1950, como un micro-ingrediente, el cual al estar incluido en la formulación del alimento en pequeñas cantidades, tiene la misión de mejorar la fisiología, el valor nutricional intrínseco y además dificultar la presencia de patógenos (Vargas, 2005). Posteriormente, con el paso de los años, se le dio una mejor definición, siendo moléculas activas y complejas de origen natural presentes en ciertas plantas, cuyo efecto radica en estimular la fisiología de la célula a través de un incremento en la actividad de los ribosomas y síntesis de proteínas. Esta acción potencia y mejora la actividad de los tejidos, mejorando significativamente la fisiología propia de los órganos (Pié, 2017).

El mecanismo de acción de los pro-nutrientes consiste en la inducción de la funcionalidad de los ribosomas, y por lo tanto, el aumento de la síntesis de proteínas. Los pro-nutrientes actúan enlazando y estimulando la expresión génica, lo cual induce la producción de proteínas específicas de tejido y por tanto un mejor rendimiento del órgano diana (Borrell, 2016).

Debido a su origen natural, los pro-nutrientes no causan efectos farmacológicos, no crean resistencia, no crean residuos en animales y/o subproductos, no generan periodos de supresión (Giral, 2017). Dentro de la producción animal, la importancia de los pro-nutrientes radica en su uso en la alimentación de los animales de granja donde se le adjudican propiedades para lograr una eficiente conversión alimenticia y también como promotores de crecimiento (Rosmini, 2004).

## 2.2 Clasificación

Según Vargas (2005) el PhD. Gordon Rosen clasificó a los pro-nutrientes según su origen y su función en diferentes grupos:

- I. Pro-nutrientes microbianos
- II. Pro-nutrientes antimicrobianos
- III. Acondicionadores de alimentos (saborizantes, antioxidantes, compactadores)
- IV. Profilácticos

Luego de esta definición, la industria alimenticia junto con la legislación han ido cambiando por lo que también la definición, la clasificación y origen de los pro-nutrientes se han modificado (Vargas, 2005). En el 2005, Borell menciona que los pro-nutrientes se añaden al alimento como micro-ingredientes los cuales poseen una función zootécnica concreta, clasificándolos en:

### 2.2.1 Acondicionadores de la mucosa intestinal

Su función es mantener el estado fisiológico del tracto digestivo además de mantener la absorción de nutrientes del contenido intestinal, esto debido a que estabilizan el peristaltismo intestinal, lo cual ayuda a la mejora del correcto tránsito de nutrientes como vitaminas, proteínas, electrolitos y minerales, a lo largo del lumen para su adecuada absorción (Biarnes, 2005). De igual manera evitan que las bacterias patógenas se fijen a los enterocitos, esto debido a que forman un gel de exclusión, el mismo que se compone por una matriz de polisacáridos, el cual permite que las moléculas se separen por su tamaño, haciendo más fácil la absorción de las más pequeñas. Este gel también actúa como soporte para que ciertas bacterias crezcan, las acidófilas, las mismas que actúan como probióticos dificultando el desarrollo y multiplicación de bacterias patógenas (Biarnes, 2005).

En este grupo de pro-nutrientes se encuentra (Borell, 2005):

- Gingerol y Shognol presentes en *Zingiber officinalis*
- Malvidin pentosa glycosido y delphinidin diglycosido presentes en *Punica granatum*
- Marmelida presente en *Aegle marmelos*

- Ácido elágico presente en *Woodforida fruetieosa*
- Connesina y holarrhenine presentes en *Holarrhena antidysenterica*

### 2.2.2 Optimizadores de la mucosa intestinal

Con acción directa sobre la mucosa, mejorando su funcionamiento, con un mayor refuerzo y evitando la invasión intracelular de las coccidias a lo largo de la fase 1 del ciclo reproductivo del parásito. Además actúan de manera indirecta en el sistema inmune como inmunopotenciadores, de esta manera activan la respuesta inmune específica local, la cual está mediada por linfocitos y células fagocitarias presentes en mucosas respiratorias y digestivas (Borell, 2005).

En este grupo de pro-nutrientes se encuentra (Borell, 2005):

- Ácido  $\alpha$  sulfur-allin presente en la planta *Allium sativum*
- Berberina presente en *Berberis arístata*
- Ácido embélico presente en *Embeliea ríbes*
- Connesina y olarrhenina presentes en *Holarrhena antidysenteríea*

### 2.2.3 Hepatoprotectores

Su efecto es directo sobre el hígado, ayudando a la detoxificación hepática mediante el óptimo funcionamiento del hepatocito, evitando un daño por parte de las micotoxinas y contaminantes como antihelmínticos, antibióticos y sustancias químicas diversas (Mejía, 2011). Además ejercen una acción antioxidante, también bloquean los radicales libres e inhiben la actividad de la lipooxigenasa. Regeneran las células hepáticas y colaboran con la transformación de los linfoblastos. Este grupo de pro-nutrientes forma parte de un grupo de moléculas químicas llamadas flavonoides, como la quercetina presente en la planta *Azadirachta indica* y el coumestan procedente de *Eclipta alba* (Borell, 2005).

### 2.2.4 Inmunopotenciadores

Refuerzan la respuesta inmune tanto innata como inespecífica (linfocitos, intraepiteliales, macrófagos) y específica (inmunoglobulinas, neutrófilos, linfocitos T), además fortalecen el estado inmunitario disminuyendo la posibilidad de infecciones secundarias, también mejoran la respuesta inmunológica frente a las vacunas (Biarnes, 2005). Su mecanismo de

acción se basa en estimular la expresión genética y la síntesis de proteínas específicas de las células del sistema inmune, incrementando su actividad de forma significativa, ya que aumenta la tasa de traducción de ARN a proteína, aumentando la actividad de los ribosomas. Una mayor producción de proteína específica conlleva una mejor funcionalidad celular, en este caso en células del sistema inmunitario: los macrófagos alveolares (Pié, 2017).

Estos pro-nutrientes se encuentran en las siguientes plantas: *Tinospora cordifolia*, *Withania somnifera*, *Ocinum sanctum* y *Embllica officinales*. Muchos se clasifican como glicósidos, por ejemplo la glicirricina, presente en la planta *Glycyrrhiza glabra* (Borell, 2005).

### 2.2.5 Promotores de la absorción de minerales

Favorecen la absorción y utilización de los minerales como calcio, magnesio y fósforo del alimento, de esta manera cubren las deficiencias minerales que determinadas condiciones puedan causar, ya sea la presencia de micotoxinas en el alimento, infecciones secundarias o el stress calórico. También cumplen la función de transportadores sistémicos de iones de calcio en forma de quelatos, lo cual asegura su biodisponibilidades en donde el organismo requiere (Mejía, 2011). Estos pro-nutrientes pertenecen a moléculas del tipo fitosteroles o glucuronatos (Borell, 2005).

## 2.3 Investigaciones Previas

Alcicek *et al.*, (2004) realizó un estudio para determinar el efecto de la adición de un producto con pro-nutrientes sobre los parámetros productivos de pollos Cobb 500. Las plantas presentes en el producto fueron: *Origanum sp.*, *Laurus nobilis L*, *Salvia triloba L*, *Myrtus communis* y *Foeniculum vulgare*, las cuales poseen pro-nutrientes del grupo flavonoides. Se criaron pollos de engorde a lo largo de una campaña de 42 días, con los siguientes tratamientos: T control, T1: pro-nutrientes (36 mg/kg), T2: pro-nutrientes (48 mg/kg). Para la variable consumo de alimento hubo diferencia estadísticamente significativa entre el tratamiento control (3942.6g) comparado con los otros dos tratamientos, el tratamiento 1 (4078.0g) y el tratamiento 2 (4037.8g), estos dos últimos tratamientos no tuvieron diferencias estadísticamente significativa. Con respecto a la

variable ganancia de peso, no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos con pro-nutrientes, T1 (2063.7g) y T2 (2060.7g), pero sí hubo entre estos dos tratamientos comparados con el tratamiento control (1909.0g), siendo el T1 el que obtuvo mayor ganancia de peso. Finalmente para el índice de conversión alimenticia, no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre el T1 (1.97) y el T2 (1.96) pero sí hubo diferencia entre el T control (2.07) comparado con estos dos, así el mejor ICA lo obtuvo el T2 el cual tenía la mayor cantidad del producto con pro-nutrientes.

Demir *et al.*, (2005) comparó los parámetros productivos de pollos hembra Ross 308 a lo largo de 42 días, al adicionar a su alimento basal: antibiótico y pro-nutrientes. El tratamiento 1 fue adicionado con flavomicina a razón de 1 g/kg de alimento, el tratamiento 2 fue adicionado con pro-nutrientes (flavonoides) provenientes de *Origanum Vulgare* a razón de 1 g/kg de alimento y el tratamiento 3 con pro-nutrientes (flavonoides) provenientes de *Thymus vulgaris* a razón de 1 g/kg de alimento. Al evaluar el consumo de alimento, no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre ninguno de los tratamientos, obteniendo: T1 (2977g), T2 (2995g), T3 (3108g). Con respecto a la ganancia de peso tampoco hubo diferencia estadísticamente significativa, obteniendo los siguientes valores: T1 (1622g), T2 (1633g), T3 (1690g). Para el índice de conversión alimenticia los tres tratamientos obtuvieron el mismo valor: 1.84

Casamachin *et al.*, (2007) determinó el comportamiento productivo de tres niveles de inclusión de hojas de morera (*Morus Alba*), cuyo pro-nutriente es la quercetina, en la alimentación de pollos de engorde Ross 308 a través del consumo de alimento, ganancia de peso e índice de conversión alimenticia. Los resultados obtenidos demuestran que no existe diferencia estadísticamente significativa entre el tratamiento control y los tratamientos con morera al 5, 10 y 15% respectivamente para la variable consumo de alimento determinándose que la inclusión de morera no afecta el comportamiento de esta variable. Por otro lado, sí existió diferencia estadísticamente significativa para las variables ganancia de peso e índice de conversión alimenticia, obteniendo un mejor promedio de ganancia de peso para el tratamiento control (2214.4g) y el promedio más bajo de ganancia de peso (1298g) para el tratamiento con 15% de inclusión de morera. De igual manera se obtuvo el mejor índice de conversión alimenticia para el tratamiento control (2.03) y el índice más alto (3.21) para el tratamiento con 15% de inclusión de morera.

Fallah *et al.*, (2011) realizó una investigación con pollos machos Ross 308 durante 42 días, para determinar si existía una mejor respuesta productiva en las aves al adicionar a su dieta pro-nutrientes presentes en *Echinacea purpurea*, tales como fitosteroles y flavonoides. Se formaron tres tratamientos: TC: control, T1: pro-nutrientes (0.1%) y T2: pro-nutrientes (0.5%). Para la variable consumo de alimento no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre ninguno de los tratamientos, donde el TC consumió 3484.47g, el T1 consumió 3441.91g y el T2 consumió 3416.89g. Con respecto a la variable ganancia de peso tampoco se encontró diferencia estadísticamente significativa, ya que el TC ganó 1532.56g, el T1 logró una ganancia de 1572.28g y el T2 logró 1574.83g, siendo este último tratamiento el mayor numéricamente. Finalmente sí se encontró diferencia estadísticamente significativa para el índice de conversión alimenticia, donde el mejor ICA lo obtuvo el tratamiento con 0.5% de pro-nutrientes (2.10), seguido del tratamiento con 0.1% (2.12), y el mayor ICA para el tratamiento control (2.20).

Castillo y Rodríguez (2011) evaluaron el efecto de un preparado nutricional, cuyo ingrediente principal es la raíz del regaliz (*Glycyrrhiza glabra*) la cual contiene como pro-nutriente a la glicirricina, sobre los parámetros productivos de pollos de engorde de la línea Arbor. Para el estudio se utilizaron dos tratamientos, el tratamiento control y el tratamiento con el pro-nutriente en el agua de bebida a razón de 270 mL/1000 L evaluando el consumo de alimento, ganancia de peso y el índice de conversión alimenticia. Para la variable consumo de alimento, no se encontró diferencia estadísticamente significativa, donde el tratamiento control consumió 4699.5g y el tratamiento con pro-nutrientes consumió 4677.9g, de igual manera para la variable ganancia de peso, tampoco se encontró diferencia estadísticamente significativa, ya que el tratamiento control obtuvo una ganancia de peso de 2714.1g mientras el tratamiento con pro-nutriente obtuvo 2710.1g. Finalmente, no se encontró diferencia estadísticamente significativa para la variable índice de conversión alimenticia, donde al final de la campaña el tratamiento control obtuvo 1.71 y el tratamiento con pro-nutriente 1.70.

Altamira y Rocha (2014) realizaron un estudio con el objetivo de determinar el efecto de la adición de un producto comercial a base de *Macleaya cordata*, cuyo pro-nutrientes es la berberina, además de incluir alcaloides: sanguinarina y queleritrina, durante 28 días en pollos de engorde Cobb 500 sobre los parámetros productivos. Para este estudio se utilizó



un tratamiento control y un tratamiento con pro-nutrientes a razón de 50 gramos por tonelada de alimento. Para la variable consumo de alimento no se encontró diferencia estadísticamente significativa, pues en el tratamiento control se logró un consumo de 1689g mientras que en el tratamiento con pro-nutrientes el consumo fue de 1536g. Para la variable ganancia diaria de peso diaria tampoco hubo diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos, siendo 43.08g por día en el tratamiento con *M. cordata* y 39.11g por día en el tratamiento control, por otro lado sí se encontró diferencia estadísticamente significativa para la variable índice de conversión alimenticia, donde el mejor índice fue el del grupo con *M. cordata* (1.27) y para el grupo control (1.63).

Asadpour *et al.*, (2015) evaluó el efecto en la dieta de la adición de diferentes niveles de *Rosmarinus Officinalis* (RO), aportando flavonoides como pro-nutrientes, en la alimentación de pollos de engorde Ross 308. Se realizaron 3 tratamientos: tratamiento control (TC), tratamiento 1 (T1): RO 0.5%, tratamiento 2 (T3): RO 1%. Al finalizar los 42 días de crianza, se observó que para la variable consumo de alimento hubo diferencia estadísticamente significativa entre el TC y T1 comparado con el T2, donde el tratamiento control consumió 4611.6g, el tratamiento 1 consumió 4746.0g y el tratamiento 2 consumió 4548.6g, obteniendo el menor consumo de alimento el tratamiento con mayor porcentaje de inclusión de *Rosmarinus Officinalis*. Para la variable ganancia de peso, se observó diferencia estadísticamente significativa entre el TC y T1 comparado con el T2, obteniendo una menor ganancia en el tratamiento 2 (2536.8g), seguido del tratamiento control (2583.0g) y una mayor ganancia para el tratamiento 1 (2704.8g). Finalmente para la variable índice de conversión alimenticia tanto el tratamiento control como el tratamiento 2 lograron un índice de 1.79 y el tratamiento 1 un índice de 1.76, siendo este último el mejor. En general la dieta con la adición de 0.5% *Rosmarinus Officinalis* promovió un mayor consumo de alimento y ganancia de peso en comparación con la adición de 1% *Rosmarinus Officinalis*, así el nivel de 1.0% RO afectó negativamente el rendimiento.

Álvarez *et al.*, (2018) observó mediante la administración de 2 plantas: *Passiflora edulis* y *Psidium guajava* el comportamiento productivo de pollos de engorde machos Cobb 500 de 1 a 28 días de edad. Se formaron tres tratamientos, el tratamiento control, el tratamiento 1: con adición de *Passiflora edulis* (pro-nutrientes: flavonoides y fitosteroles) a razón de 60

mg/ml y el tratamiento 2: con adición de *Psidium guajava* (pro-nutrientes: ácido gálico, ácido elágico y quercetina) a razón de 60 mg/ml. Para la variable consumo de alimento no hubo diferencia estadísticamente significativa, pues el tratamiento control obtuvo a los 28 días un consumo de 1982.37g, el tratamiento 1 consumió 1912.87g y el tratamiento 2 consumió 1944.69g. Para la variable ganancia de peso sí hubo diferencia estadísticamente significativa entre el tratamiento control con los otros dos tratamientos, donde el tratamiento control ganó 1169.67g a los 28 días de crianza, el tratamiento 1 ganó 1030.53g y el tratamiento 2 obtuvo una ganancia de 1042.92g. Con respecto al índice de conversión alimenticia no hubo diferencia estadísticamente significativa, dado que el tratamiento control logró un ICA de 1.73, el tratamiento 1 logró 1.89 y el tratamiento 2 tuvo un ICA de 1.88, numéricamente el tratamiento control tuvo el ICA más bajo.

En el Cuadro 5 se muestra un resumen de lo expuesto anteriormente

**Cuadro 5.** Investigaciones previas sobre el efecto de pro-nutrientes frente a los parámetros productivos en pollos de engorde

| Autor                           | Pro-nutrientes  | Cantidad      | Efecto  |   |   |
|---------------------------------|---|---------------|---|---|---|
|                                 |   |               | Consumo de Alimento   | Ganancia de Peso  | Índice de Conversión Alimenticia (ICA)                                  |
| Alcicek <i>et al.</i> (2004)    | Flavonoides   | 36 y 48 mg/kg | Tratamiento control obtuvo un menor consumo de alimento                                 | Tratamiento con 36 mg/kg de pro-nutriente obtuvo mayor ganancia de peso           | Tratamiento con 48 mg/kg de pro-nutriente obtuvo el mejor ICA           |
| Demir <i>et al.</i> (2005)      | Flavonoides   | 1 g/kg        | No hubo diferencia estadísticamente significativa                                       | No hubo diferencia estadísticamente significativa                                 | No hubo diferencia estadísticamente significativa                       |
| Casamachin <i>et al.</i> (2007) | Quercetina  | 5%, 10% y 15% | No hubo diferencia estadísticamente significativa                                       | Tratamiento con 15% de inclusión del pro-nutriente obtuvo menor ganancia          | Tratamiento con 15% de inclusión del pro-nutriente obtuvo mayor ICA     |
| Fallah <i>et al.</i> (2011)     | Fitosteroles y flavonoides  | 0.1% y 0.5%   | No hubo diferencia estadísticamente significativa                                       | No hubo diferencia estadísticamente significativa                                 | Tratamiento con 0.5% de pro-nutrientes obtuvo el mejor ICA              |
| Castillo y Rodríguez (2011)     | Glicirricina  | 270 ml/1000L  | No hubo diferencia estadísticamente significativa                                       | No hubo diferencia estadísticamente significativa                                 | No hubo diferencia estadísticamente significativa                       |
| Altamira y Rocha (2014)         | Berberina   | 50 g/tonelada | No hubo diferencia estadísticamente significativa                                       | No hubo diferencia estadísticamente significativa                                 | Tratamiento con pro-nutrientes obtuvo mejor ICA                         |
| Asadpour <i>et al.</i> (2015)   | Flavonoides   | 0.5% y 1%     | Tratamiento con 1.0% de inclusión del pro-nutriente obtuvo el menor consumo de alimento | Tratamiento con 0.5% de inclusión del pro-nutriente obtuvo mayor ganancia de peso | Tratamiento con 0.5% de inclusión del pro-nutriente obtuvo el mejor ICA |
| Alvarez <i>et al.</i> (2018)    | Flavonoides, fitosteroles, ácido gálico, ácido elágico y quercetina | 60 mg/ml      | No hubo diferencia estadísticamente significativa                                       | Tratamiento control obtuvo una mayor ganancia de peso                             | No hubo diferencia estadísticamente significativa                       |

Fuente: Elaboración propia

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la Granja Experimental de la empresa Montana SA, ubicado en el distrito de Lurín en Lima, Perú. La campaña inició el 15 de Mayo del 2017 y culminó el 26 de Junio del 2017.

#### 3.1 Tratamientos

Para este proyecto se definieron 2 tratamientos con pollos de engorde Ross 308. El primer tratamiento control (T1), recibió una dieta basal, el segundo tratamiento (T2) recibió la misma dieta basal más la inclusión de un producto de origen natural compuesto por pro-nutrientes (glicirricina, berberina, ácido elágico, quercetina). Ambas dietas se administraron a lo largo de la campaña (42 días). A pesar de la inclusión de pro-nutrientes en el segundo tratamiento, ambas dietas tuvieron la misma base de macro y micro-nutrientes y por ende los mismos valores nutricionales por etapa.

#### 3.2 Formulación del Alimento

Las dietas en ambos tratamientos tuvieron la misma formulación y valores nutricionales según se requería en cada etapa productiva del ave de acuerdo a la línea Ross 308. Los pro-nutrientes en la dieta del segundo tratamiento se dieron a razón de 1kg por tonelada de alimento. Las dietas basales establecidas para ambos tratamientos se muestran en el Anexo 1, 2 y 3.

#### 3.3 Preparación del Galpón

El galpón fue debidamente acondicionado para recibir los pollos BB. Por lo cual contó con 2 meses de descanso y todas las medidas necesarias de limpieza y desinfección, las actividades realizadas fueron las siguientes:

- Se retiró el guano y la cama

- Se realizó el barrido de galpón y pasadizos para eliminar todos los residuos
- Se lavó el galpón con 10g de detergente x 1L de solución para 10m<sup>2</sup> de área.
- Se desinfectó el galpón con 100mL formol al 10% para cada 25m<sup>2</sup>
- Se desinfectó el ambiente con peróxido de hidrógeno estabilizado y ácido paracético 5 horas antes del ingreso de los pollos BB
- Se elaboró un microclima colocando cortinas negras por fuera y las blancas por dentro a una altura de 2.20m en el centro y 2m a los lados.
- Se colocó el material de cama, viruta, nivelándolo a una altura de 10cm, se desinfectó con un producto cuya composición es glutaraldehído 20%, amonio cuaternario 8% y ácido fosfórico 0.8%, por aspersion a una dosis de 2mL/L, luego de la desinfección se dejó secar completamente el material de cama al menos 03 días antes del ingreso de las aves.
- Dos días antes de iniciar la campaña, los equipos fueron lavados y desinfectados con un producto cuya composición es glutaraldehído 20%, amonio cuaternario 8% y ácido fosfórico 0.8%, a razón de 2mL/L de agua.
- Se identificó ambos grupos colocando carteles distintivos fuera de cada corral, se utilizaron carteles de colores para una rápida identificación
- Se encendieron las campanas seis horas antes de la llegada de las aves hasta lograr una temperatura de 32°C
- Se colocó 1 nórdex por corral en círculo de 1m de diámetro.
- Se instalaron los pañales y tongos de agua dentro del círculo armado con el nórdex una hora antes de la llegada de los pollos BB. Se extendieron varios sacos vacíos (pañales) sobre la cama y se esparció alimento sobre ellos, aproximadamente 10 g/pollo BB.
- Se colocaron las bandejas con el respectivo alimento

### 3.4 Materiales y Equipos

Los principales materiales que se utilizaron durante la etapa experimental fueron:

- 16 comederos tipo tolva
- 16 tongos de agua

- 32 bebederos tipo nipple
- 8 campanas de calefacción a gas
- 5 Balones de gas
- Mallas divisoras
- Viruta
- Cercos nordex
- Balanza digital
- Java para el pesaje
- Termómetros ambientales
- Carteles de identificación
- Registros
- Guantes

### **3.5 Recepción de Pollos BB**

Los pollos ingresaron al galpón de la Granja Experimental Montana S.A del día 0 (mismo día de nacimiento) para que de esta manera el día siguiente cuente como el día 1 (un día cumplido de vida). En total ingresaron 560 pollos BB para ser divididos en 2 grupos, en 16 corrales. Cada grupo fue dividido en 8 corrales, por lo cual cada corral recibió 35 pollos. Se muestreó el peso de ingreso de los pollos mediante el pesaje en grupos de 35, sacándose así un peso promedio por corral. Los pollos BB recibieron su primer alimento una vez que todos fueron aleatoriamente asignados y colocados en sus respectivos corrales.

### **3.6 Alimentación**

Se establecieron tres fases de alimentación:

- Primera etapa: Inicio, del día 1-21 días de edad
- Segunda etapa: Crecimiento, del 22-35 días de edad
- Tercera etapa: Acabado, del 36-42 días de edad

Los primeros dos días se colocó parte del alimento (10 g/pollo BB) en los “pañales”, sacos vacíos extendidos sobre la cama. A partir del tercer día solamente se colocó alimento en el comedero tipo bb hasta el día 9. El día 10 se hizo el cambio a comedero tipo tolva. En las

tres etapas el consumo de alimento fue *ad libitum* y todo el alimento se produjo en forma de pellets.

### **3.7 Manejo de Bebederos y Agua**

Los primeros días se colocaron tongos de agua, luego de la primera semana de vida hasta el final de la crianza se utilizan bebederos tipo niple, a los cuales se les fue regulando la altura a medida que el pollo crecía (aproximadamente cada 2 días). Se lavaron y llenaron los tongos al menos 2 veces al día con agua sola o con complejos vitamínicos para así ayudar a la adaptación del pollo BB al galpón (durante los 3 primeros días). El recambio de agua se hizo a diario, a las 6am y a las 3pm. Así mismo cuando se cambió a bebederos tipo niple se revisaba constantemente la correcta salida de agua.

El nivel de cloro del agua en el último bebedero debía ser de 3 ppm. Esto se calculaba con los medidores comerciales para agua de piscina. Para lograr obtener este nivel de cloro se utilizaba hipoclorito de calcio al 70% a razón de 5 a 10g/1000L de agua, lo cual depende de la longitud e higiene interna de la tubería. Las mediciones se hacían semanales y se regulaban los niveles según los resultados que se obtenían agregando más agua o más cloro. Para que el cloro en el agua sea efectivo contra microorganismos, el pH del agua debía estar entre 6-6.5. Las mediciones se realizaban con un kit de pH y cloro, donde se colocaba una muestra de agua y se observaba el resultado según el cambio de color, estas mediciones eran semanales y se regulaban según los resultados obtenidos.

### **3.8 Manejo de Cortinas**

El manejo de las cortinas está muy ligado al clima, de igual manera es de suma importancia mantener una adecuada ventilación de modo que se eliminen los gases tóxicos como el CO<sub>2</sub> y amoníaco que se van acumulando y al mismo tiempo mantener el calor dentro del galpón. Para esto se debe realizar un correcto manejo de cortinas.

Durante el día, a partir del día 11 se bajaron las cortinas internas y el sobre techo se abrió progresivamente. Al día 18 se retiraron las cortinas internas laterales y para el día 28 se retiró el sobre techo también. En cuanto a las cortinas externas, del día 11 al 21 se bajaron 30 cm de las cortinas. Del día 22 al 28 se manejó una abertura de 50cm. Del día 29 al 35 se bajó 1 metro y del 36 al 42 se bajó 1.3 metros.

### 3.9 Programa Sanitario y Bioseguridad

Los pollos vinieron vacunados para la enfermedad de Marek desde la planta de incubación. En granja fueron vacunados el día 10 contra la enfermedad de Gumboro, el día 15 el refuerzo contra New Castle y el día 18 la segunda dosis contra Gumboro, siendo estas vacunas al ojo. Desde su llegada hasta los 3 primeros días de edad, los pollos BB fueron suplementados con un complejo multivitamínico (vitaminas, minerales y electrolitos) para ayudar a la adaptación del pollo al galpón.

De igual manera se realizó la correcta desinfección de todo vehículo que ingresara a la granja, siendo lavado con agua y desinfectante a base de amonio cuaternario al entrar y salir de la misma. El personal de granja y los visitantes debían entrar a las duchas y bañarse con jabón y champú, luego colocarse ropa limpia de la granja y antes de ingresar al galpón pisar en el pediluvio con cal para la desinfección del calzado. Todas estas medidas se debieron cumplir para poder ingresar al galpón, nadie ingresó sin la correcta desinfección.

### 3.10 Análisis de Datos

Se analizaron las variables consideradas en el estudio: tratamiento (variable independiente), ganancia de peso, consumo de alimento y el índice de conversión alimenticia, como variables dependientes; para determinar si presentaron diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos evaluados al final de la campaña. Se trabajó con el software estadístico STATA 14.0. Se analizó la distribución normal de las variables dependientes de tipo cuantitativa mediante la prueba Shapiro-Wilk. Al no presentar distribución normal, se realizó la prueba de Kolmogorov – Smirnov de 2 muestras. La evaluación de los tratamientos se realizó mediante la comparación estadística de las medias.

#### 3.10.1 Variables evaluadas

a. Ganancia de Peso (GP): los pollos fueron pesados a la recepción en granja en grupos de 35 aves, luego se promedió el peso inicial para cada corral. Los demás pesajes se realizaron semanalmente todos los martes durante los 42 días de duración de la campaña. El pesaje se



iniciaba a las 6am. Se pesaban los pollos en grupo dependiendo de la cantidad que entraba dentro de la jaba, se sacaba un promedio de peso vivo por ave en cada corral. Posterior a la obtención de pesos, se calculaba la diferencia entre el peso vivo (PV) de la semana menos el de la semana anterior.

$$GP = PV (Semana actual) - PV (Semana Anterior)$$

b. Consumo de Alimento: se llevó un registro del alimento ofrecido diariamente por corral. Se pesaban los residuos que quedaban en los comederos diariamente y luego se restaba del alimento ofrecido para obtener el consumo de alimento por corral. Esta cantidad en gramos se dividía por el número de pollos en cada corral para conseguir el consumo de alimento promedio por pollo.

$$\text{Consumo de alimento} = \frac{\text{Alimento ofrecido} - \text{Alimento rechazado}}{\text{Número de aves}}$$

c. Índice de Conversión Alimenticia (ICA): parámetro que refleja cuánto alimento consume el ave para ganar 1 kg de peso vivo. Mientras menor sea el ICA es mejor.

$$ICA = \frac{\text{Consumo de alimento acumulado (g/ave)}}{\text{Ganancia de peso (g/ave)}}$$

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizaron las variables: Índice de Conversión Alimenticia, Ganancia de peso y Consumo de alimento, durante las 6 semanas de la campaña. Para las variables de tipo cuantitativa se aplicó la prueba Shapiro-Wilk, para determinar si presentaban distribución normal ( $p < 0.05$ ) mediante el paquete estadístico STATA 14.0. Los resultados para cada variable se muestran en el Anexo 4, 5 y 6, los datos no presentaron distribución normal procediendo a realizar pruebas no paramétricas. Se realizó la prueba no paramétrica de Kolmogorov-Smirnov para 2 muestras para establecer si existe diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) entre los grupos evaluados, obteniéndose los resultados que se pueden ver en el siguiente Cuadro 6.

**Cuadro 6.** Estimación promedio del ICA, ganancia de peso y consumo de alimentos en pollos de engorde con pro-nutrientes en su dieta durante de 6 semanas de crianza

| Tratamientos                        | Variables           | Media  | Desviación estándar | Coefficiente de variación | *Valor de p |
|-------------------------------------|---------------------|--------|---------------------|---------------------------|-------------|
| Control (Dieta)                     | ICA                 | 1.24   | 0.31                | 0.25                      | p>0.05      |
|                                     | Ganancia de peso    | 557.45 | 238.90              | 0.43                      |             |
|                                     | Consumo de alimento | 944.69 | 574.29              | 0.61                      |             |
| Tratamiento (Dieta + pro-nutriente) | ICA                 | 1.25   | 0.29                | 0.23                      | p>0.05      |
|                                     | Ganancia de peso    | 561.25 | 242.13              | 0.43                      |             |
|                                     | Consumo de alimento | 948.85 | 577.35              | 0.61                      |             |

\*Valor de p de la prueba Kolmogorov-Smirnov

Los resultados obtenidos demuestran que no existe diferencia estadística significativa ( $p > 0.05$ ) para ninguna de las variables: consumo de alimento, ganancia de peso e índice de conversión alimenticia (ICA), entre el tratamiento control y el tratamiento con pro-nutrientes en la dieta a razón de 1 kg/tonelada de alimento a lo largo de las 6 semanas de

crianza. Estos resultados coinciden con los reportados por Castillo y Rodríguez (2011), quienes determinaron que al adicionar un producto con glicirricina como pro-nutriente en el agua de bebida a razón de 270 ml/1000L no presentó diferencia significativa ( $p>0.05$ ) sobre los parámetros productivos. Por otro lado, Alcicek *et al.* (2004) observaron diferencia significativa ( $p<0.05$ ) al adicionar al alimento pro-nutrientes: flavonoides a razón de 36 y 48 mg/kg de alimento, obteniendo mejores resultados con 48 mg/kg para las mismas variables evaluadas en este estudio; esto podría deberse al tipo de pro-nutriente utilizado en las investigaciones, ya que por un lado la glicirricina forma parte del grupo de los pro-nutrientes inmunopotenciadores, mientras que los flavonoides al grupo de los hepatoprotectores, en el cual el hígado realiza una función importante en la asimilación de nutrientes, tal como afirma Marcuello (2010) quien resalta la importancia de preservar la funcionalidad hepática a un nivel óptimo, para que las aves puedan expresar su máximo potencial genético.

Por otra parte, los coeficientes de variación (CV) son iguales para la ganancia de peso y el consumo de alimento en los tratamientos evaluados, 0.43 y 0.61 respectivamente; sin embargo, se determinó un menor CV para ICA en las aves suplementadas con pro-nutrientes; es decir, se logró una mayor homogeneidad de las aves bajo este tratamiento, pero que no fue estadísticamente significativo ( $p>0.05$ ). Según Hughes (2017) la uniformidad dentro del galpón es un indicador clave del rendimiento y motor económico en la práctica comercial, por ello valores crecientes de CV son sinónimos de disminución de uniformidad.

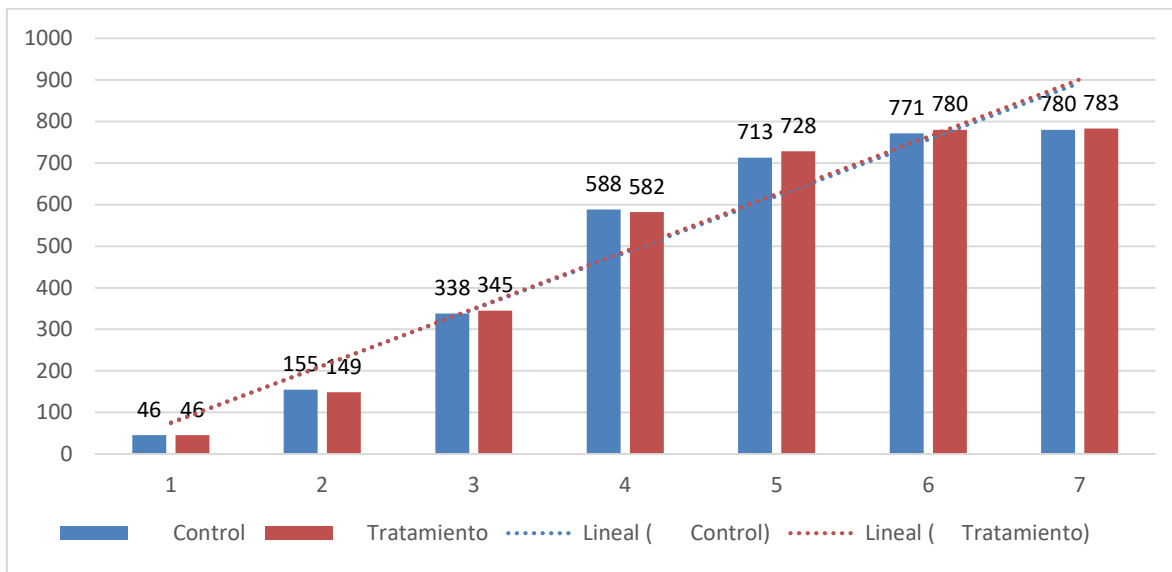
Para la evaluación de la ganancia de peso promedio de las aves según el tratamiento asignado, no se determinó diferencia estadística significativa ( $p>0.05$ ) en ninguno de los momentos de evaluación. A la semana 6 se logró una ganancia de peso final para el tratamiento control de 3345g y para el tratamiento con pro-nutrientes un pollo de 3367g (Cuadro 7).

**Cuadro 7.** Ganancia de peso promedio de las aves según tiempo de evaluación por tratamiento evaluado

| Tiempo de evaluación | Ganancia de Peso promedio pollo (g) |             | *Valor de p |
|----------------------|-------------------------------------|-------------|-------------|
|                      | Control                             | Tratamiento |             |
| Día 0                | 46                                  | 46          |             |
| Semana 1             | 155                                 | 149         |             |
| Semana 2             | 338                                 | 345         |             |
| Semana 3             | 588                                 | 582         | p>0.05      |
| Semana 4             | 713                                 | 728         |             |
| Semana 5             | 771                                 | 780         |             |
| Semana 6             | 780                                 | 783         |             |

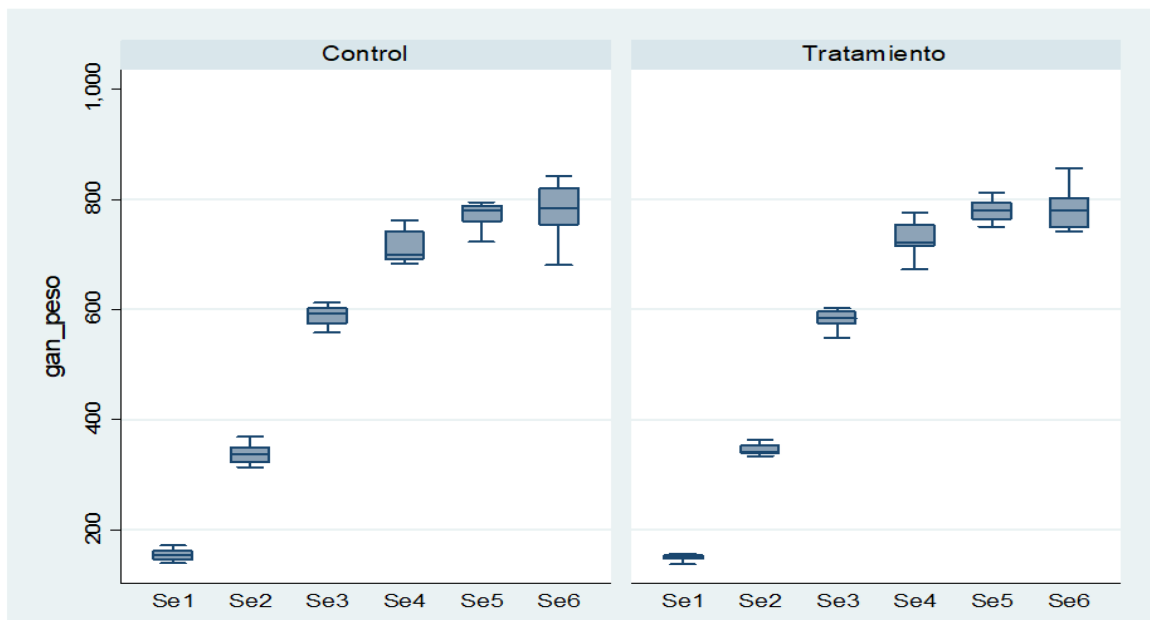
\*Valor de p de la prueba Kolmogorov-Smirnov

A pesar de que la ganancia de peso de ambos tratamientos al final de la campaña fueron mayores que los objetivos de desempeño establecidos por la línea genética (Cuadro 4, pag. 15), no hubo diferencia estadísticamente significativa ( $p>0.05$ ) entre ambos tratamientos. La igualdad de la ganancia de peso desde el día 0 y a lo largo de las 6 semanas de crianza se observan en la Figura 1.



**Figura 1.** Comparación de la ganancia de peso de pollos según los tiempos de evaluación. El gráfico muestra la comparación de la ganancia de peso desde el día 0 hasta la semana 6, nótese la igualdad entre el tratamiento (barra roja) y el control (barra azul), la tendencia para ambos grupos es la misma, las líneas están superpuestas.

Para la variable ganancia de peso (Figura 2), en la presente investigación no se encontró diferencia significativa ( $p>0.05$ ) entre ambos tratamientos, al igual que lo reportado por Fallah *et al.* (2011) quienes a pesar de no utilizar ninguno de los pro-nutrientes del presente estudio, realizó una combinación de otros 2 pro-nutrientes: fitosteroles y flavonoides en pollos Ross al 0.1% y 0.5% de inclusión, sin obtener diferencia significativa ( $p>0.05$ ) frente al control, esto podría deberse al bajo porcentaje de inclusión de pro-nutrientes. Sin embargo, Casamachin *et al.* (2007) sí obtuvieron diferencia significativa ( $p<0.05$ ) en la ganancia de peso con el extracto vegetal de una planta compuesta por quercetina como pro-nutriente al 5%, 10% y 15% de inclusión, inclusiones mucho mayores que las utilizadas por Fallah *et al.* (2011), pero a pesar de estos altos porcentajes de inclusión no se obtuvo una mejora del parámetro evaluado con este pro-nutriente, puesto que la mayor ganancia de peso lo obtuvo el control y la menor ganancia la obtuvo el tratamiento con mayor inclusión de quercetina, lo cual es explicado por Casamachin *et al.* (2007) como el efecto anti-nutricional de diversos compuestos presentes en la planta utilizada, como son los taninos y saponinas.



**Figura 2. Ganancia de peso a lo largo de las 6 semanas de crianza.** La gráfica muestra la dispersión de los datos obtenidos de la diferencia del peso entre la semana evaluada menos la anterior.

En la Figura 2 se observa que la mayor ganancia de peso se dio a partir de la semana 3, lo cual coincide con Castillo y Rodríguez (2011), quienes también registraron una mayor ganancia de peso a partir del día 21 de crianza, pesos que fueron inferiores a los obtenidos en la presente investigación, probablemente por la línea genética que utilizaron: Arbor Acress, cuyos objetivos de rendimiento son menores a los objetivos de Ross 308.

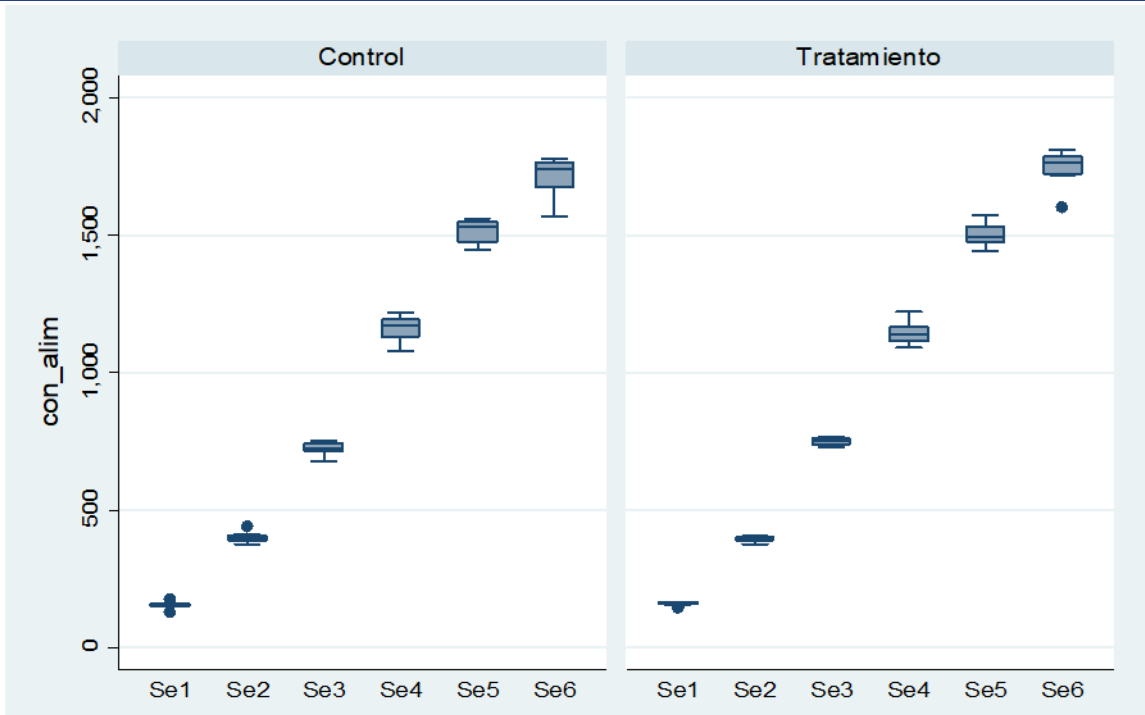
Con respecto a la variable consumo de alimento se observa que los resultados obtenidos en cada semana de crianza entre ambos tratamientos no muestran diferencia estadística significativa ( $p>0.05$ ) (Cuadro 8 y Figura 3).

**Cuadro 8.** Consumo de alimento promedio de las aves según tiempo de evaluación por tratamiento evaluado

| Tiempo de evaluación | Consumo alimento pollo (g) |             | *Valor de p |
|----------------------|----------------------------|-------------|-------------|
|                      | Control                    | Tratamiento |             |
| Semana 1             | 155                        | 159         |             |
| Semana 2             | 401                        | 394         |             |
| Semana 3             | 724                        | 748         | $p>0.05$    |
| Semana 4             | 1161                       | 1143        |             |
| Semana 5             | 1515                       | 1504        |             |
| Semana 6             | 1712                       | 1745        |             |

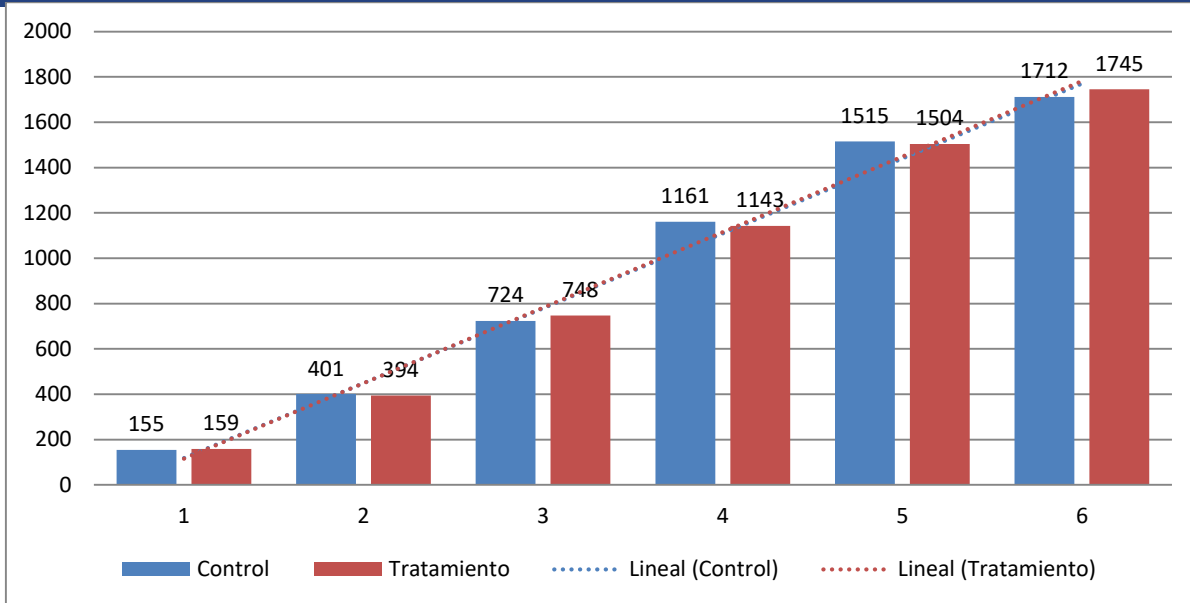
\*Valor de p de la prueba Kolmogorov-Smirnov

Este resultado concuerda con lo obtenido por Altamira y Rocha (2014) quienes adicionaron un producto con berberina como pro-nutriente a razón de 50g/tonelada de alimento durante 28 días, a pesar de que en la clasificación de pro-nutrientes la berberina pertenece al grupo de optimizadores de la mucosa intestinal, lo cual ayudaría a una mejor absorción de nutrientes. Por el contrario, Asadpour *et al.* (2015) sí encontraron diferencia significativa ( $p<0.05$ ) en el consumo de alimento de pollos a los que adicionó flavonoides en su alimento a diferentes niveles de inclusión: 0.5 % y 1.0%, obteniendo un menor consumo con mayor inclusión de flavonoides al igual que una menor ganancia de peso, concluyendo que la cantidad de inclusión de flavonoides de 0.5% obtiene mejores resultados que la inclusión al 1%, sin embargo no difiere de los valores obtenidos por el tratamiento control en su estudio.



**Figura 3. Consumo de alimento a lo largo de las 6 semanas de crianza.** La gráfica muestra la dispersión de los datos obtenidos del cociente del alimento dado menos la cantidad residual en el comedero entre el total de aves.

La Figura 4 muestra el consumo de alimento en cada evaluación, donde la tendencia a un mayor consumo inicia desde la semana 3, lo que está relacionado con la ganancia de peso mostrada en la Figura 2.



**Figura 4. Comparación del consumo de alimento de pollos según los tiempos de evaluación.** El gráfico muestra la comparación del consumo de alimento desde la semana 1 hasta la semana 6, nótese la igualdad entre el tratamiento (barra roja) y el control (barra azul), la tendencia para ambos grupos es la misma, las líneas están superpuestas.

Finalmente, el índice de conversión alimenticia (ICA) (Figura 5 y 6) no presentó diferencia significativa ( $p > 0.05$ ) entre ambos tratamientos (Cuadro 9).

**Cuadro 9. Índice de conversión alimenticia de las aves según tiempo de evaluación por tratamiento evaluado**

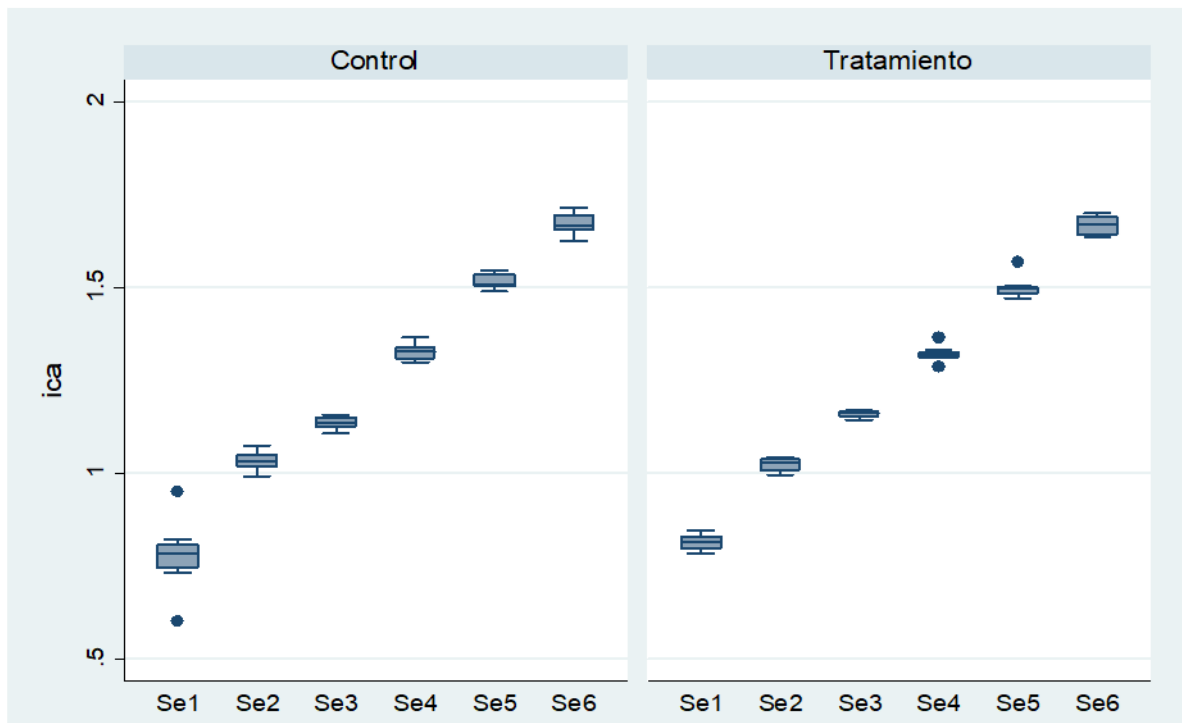
| Tiempo de evaluación | ICA     |             | *Valor de p |
|----------------------|---------|-------------|-------------|
|                      | Control | Tratamiento |             |
| Semana 1             | 0.777   | 0.814       | p>0.05      |
| Semana 2             | 1.032   | 1.023       |             |
| Semana 3             | 1.136   | 1.159       |             |
| Semana 4             | 1.327   | 1.320       |             |
| Semana 5             | 1.515   | 1.501       |             |
| Semana 6             | 1.672   | 1.668       |             |

\*Valor de p de la prueba Kolmogorov-Smirnov

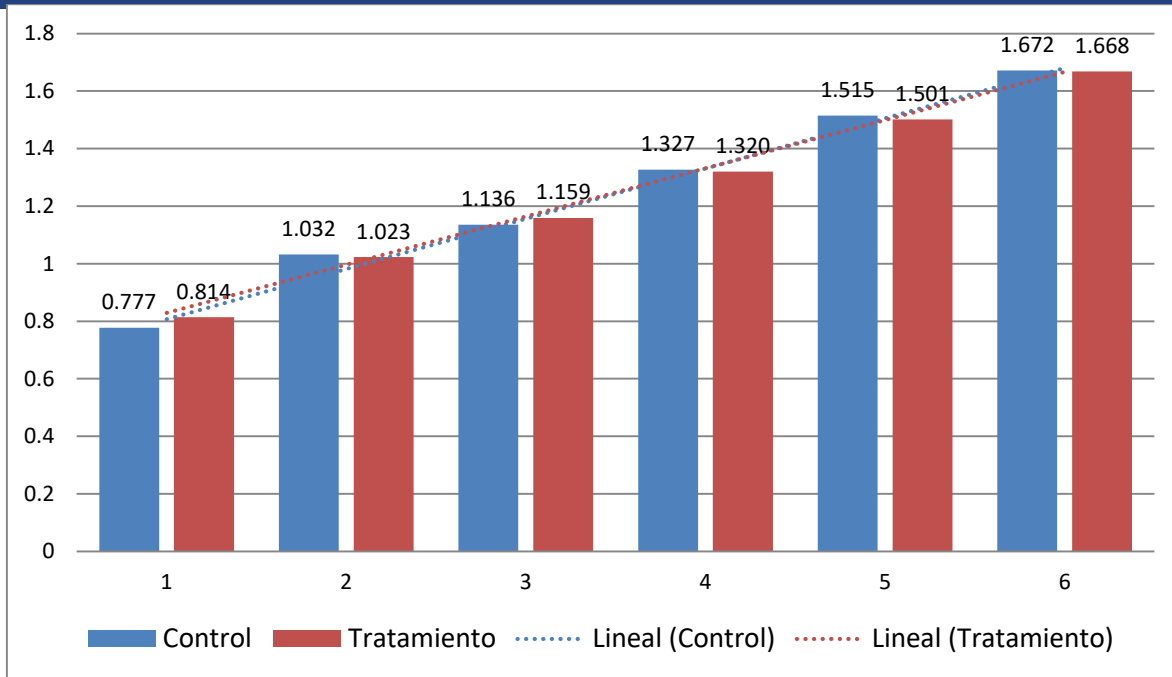
Estos resultados difieren de lo presentado por Alcicek *et al.* (2004) quienes sí encontraron diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) en el ICA, donde el producto utilizado poseía una mezcla de varias plantas ricas en flavonoides, obteniendo un mejor ICA en el tratamiento con



mayor cantidad de pro-nutriente. Por otro lado, Álvarez *et al.* (2018) no observaron diferencia significativa ( $p>0.05$ ) para el ICA en ninguno de los tratamientos utilizados en su investigación, a pesar de la cantidad de pro-nutrientes presentes en las plantas utilizadas: flavonoides, fitosteroles, ácido gálico, ácido elágico y quercetina a razón de 60mg/ml, en esta ocasión los pro-nutrientes fueron añadidos al agua de bebida, lo cual podría haber significado una mayor ingesta de los mismos, como lo describe Grashorn (2010) debido a la mayor ingesta de agua que de alimento (1.8:1).



**Figura 5. Índice de Conversión Alimenticia a lo largo de las 6 semanas de crianza.** Un menor ICA indica que se ha consumido menor cantidad de alimento para ganar un kilogramo de peso.



**Figura 6. Comparación del índice de conversión alimenticia de pollos según los tiempos de evaluación.** El gráfico muestra la comparación del índice de conversión alimenticia desde la semana 1 hasta la semana 6, nótese la igualdad entre el tratamiento (barra roja) y el control (barra azul), la tendencia para ambos grupos es la misma, las líneas están superpuestas.

Según Caperuto *et al.* (2005), la eficacia de los productos es estrictamente dependiente de la cantidad y de las características de los pro-nutrientes, razón por la cual dificulta establecer parámetros de comparación de los resultados. Esto se puede observar en todas las investigaciones citadas anteriormente, donde los pro-nutrientes si bien tienen un mecanismo de acción común, según su clasificación tienen mayor afinidad a diversos órganos. De igual manera todas las investigaciones anteriores difieren en la cantidad suministrada, la cual en algunos casos al ser mayor se obtiene un mejor resultado, pero en otras una elevada cantidad de pro-nutrientes puede significar un efecto negativo en los parámetros productivos, esto debido a que al utilizar diversas plantas como fuente de pro-nutrientes, estas también poseen otros componentes que pueden tener un efecto negativo frente a la absorción de nutrientes como la planta *Morus alba*.

## V. CONCLUSIONES

Los pollos Ross 308 criados con dieta suplementada con pro-nutrientes (glicirricina, berberina, ácido elágico, quercetina) no presentaron diferencia estadística significativa ( $p>0.05$ ) para las variables ganancia de peso, consumo de alimento y el índice de conversión alimenticia, respecto a los pollos Ross 308 alimentados con la dieta estándar.

Se determinó una ganancia de peso final de 3345g en los pollos Ross 308 criados con dieta suplementada con un pro-nutriente (glicirricina, berberina, ácido elágico, quercetina) y una ganancia de peso final de 3367g en los pollos Ross 308 criados con dieta estándar, no encontrando diferencia estadística significativa ( $p>0.05$ ).

Se determinó un consumo de alimento acumulado de 5668g en los pollos Ross 308 criados con dieta suplementada con un pro-nutriente (glicirricina, berberina, ácido elágico, quercetina) y un consumo de alimento acumulado de 5693g en los pollos Ross 308 criados con dieta estándar, no encontrando diferencia estadística significativa ( $p>0.05$ ).

Se determinó un ICA de 1.67 en los pollos Ross 308 criados con dieta suplementada con un pro-nutriente (glicirricina, berberina, ácido elágico, quercetina) y un ICA de 1.66 en los pollos Ross 308 criados con dieta estándar, no encontrando diferencia estadística significativa ( $p>0.05$ ).

## VI. RECOMENDACIONES

Realizar un estudio variando la concentración de pro-nutrientes adicionados al alimento.

Realizar un estudio variando la edad de los pollos, añadiendo los pro-nutrientes ya sea solo en la etapa de inicio, crecimiento o acabado y así observar si a cierta edad hay una mejor respuesta del ave frente a los pro-nutrientes.

Trabajar con otras aves de producción como gallinas ponedoras y observar los efectos del uso de pro-nutrientes por ejemplo en la calidad del huevo.

## **VII. ANEXOS**

## Anexo 1. Dieta Inicio

| Ración Inicio 1-21 Días     |       |         |
|-----------------------------|-------|---------|
| Descripción                 | %     | 1000 kg |
| Maíz americano              | 52.79 | 527.9   |
| Torta de soya               | 31.00 | 310.0   |
| Harina integral de soya     | 10.00 | 100.0   |
| Aceite crudo de soya        | 1.40  | 14.0    |
| Carbonato de calcio         | 1.52  | 15.2    |
| Sal                         | 0.21  | 2.1     |
| Fosfato monodivale          | 1.20  | 11.998  |
| Metionina                   | 0.42  | 4.150   |
| Bicarbonato de sodio        | 0.33  | 3.300   |
| Cloruro de colina 60%       | 0.29  | 2.926   |
| Lisina                      | 0.25  | 2.463   |
| L-treonina                  | 0.18  | 1.801   |
| Bacitracina de zinc         | 0.10  | 1.000   |
| Secuestrante de micotoxinas | 0.10  | 1.000   |
| Vitaminas + minerales       | 0.10  | 1.000   |
| Narasina                    | 0.08  | 0.800   |
| Colistina                   | 0.02  | 0.200   |
| Fitasa                      | 0.01  | 0.100   |
| Xilanasas + glucanasas      | 0.01  | 0.050   |

## Valores Nutricionales Esperados

| Descripción           | Unidad  | Valor  |
|-----------------------|---------|--------|
| Humedad               | %       | 11.64  |
| EM aves               | Kcal/kg | 2999.5 |
| Proteína cruda        | %       | 22.66  |
| Grasa cruda           | %       | 5.340  |
| Fibra cruda           | %       | 3.180  |
| Calcio                | %       | 1.050  |
| Fosforo total         | %       | 0.800  |
| Fosforo disponible    | %       | 0.500  |
| Sodio                 | %       | 0.190  |
| Cloro                 | %       | 0.260  |
| Potasio               | %       | 0.950  |
| Balance electrolítico | mEq     | 266.96 |
| Arginina              | %       | 1.500  |
| Lisina                | %       | 1.430  |
| Metionina             | %       | 0.760  |
| Met + Cis             | %       | 1.120  |
| Treonina              | %       | 1.040  |
| Triptófano            | %       | 0.270  |
| Valina                | %       | 1.150  |
| Leucina               | %       | 1.950  |
| Isoleucina            | %       | 1.210  |
| Arginina dig.aves     | %       | 1.420  |
| Lisina dig.aves       | %       | 1.320  |
| Metionina dig.aves    | %       | 0.730  |
| Met+Cis dig.aves      | %       | 1.030  |
| Treonina dig.aves     | %       | 0.930  |
| Triptófano dig.aves   | %       | 0.240  |
| Valina dig.aves       | %       | 1.020  |
| Leucina dig.aves      | %       | 1.800  |
| Isoleucina dig.aves   | %       | 1.100  |

## Anexo 2. Dieta Crecimiento

| Ración Crecimiento 22-35 Días |       |         |
|-------------------------------|-------|---------|
| Descripción                   | %     | 1000 kg |
| Maíz americano                | 55.31 | 553.085 |
| Torta de soya                 | 24.90 | 249.000 |
| Harina integral de soya       | 14.00 | 140.000 |
| Aceite crudo de soya          | 1.40  | 14.000  |
| Carbonato de calcio           | 1.37  | 13.700  |
| Sal                           | 0.23  | 2.312   |
| Fosfato monodivale            | 0.98  | 9.797   |
| Metionina                     | 0.38  | 3.832   |
| Bicarbonato de sodio          | 0.30  | 3.000   |
| Cloruro de colina 60%         | 0.30  | 2.991   |
| Lisina                        | 0.25  | 2.453   |
| L-treonina                    | 0.17  | 1.675   |
| Bacitracina de zinc           | 0.10  | 1.000   |
| Secuestrante de micotoxinas   | 0.10  | 1.000   |
| Vitaminas + minerales         | 0.10  | 1.000   |
| Narasina                      | 0.08  | 0.800   |
| Colistina                     | 0.02  | 0.200   |
| Fitasa                        | 0.01  | 0.100   |
| Xilanasas + glucanasas        | 0.01  | 0.050   |

## Valores Nutricionales Esperados

| Descripción           | Unidad  | Valor  |
|-----------------------|---------|--------|
| Humedad               | %       | 11.68  |
| EM aves               | Kcal/kg | 3078.7 |
| Proteína cruda        | %       | 21.54  |
| Grasa cruda           | %       | 6.08   |
| Fibra cruda           | %       | 3.16   |
| Calcio                | %       | 0.95   |
| Fosforo total         | %       | 0.74   |
| Fosforo disponible    | %       | 0.45   |
| Sodio                 | %       | 0.19   |
| Cloro                 | %       | 0.26   |
| Potasio               | %       | 0.90   |
| Balance electrolítico | mEq     | 249.99 |
| Arginina              | %       | 1.42   |
| Lisina                | %       | 1.36   |
| Metionina             | %       | 0.71   |
| Met + Cis             | %       | 1.06   |
| Treonina              | %       | 0.98   |
| Triptófano            | %       | 0.25   |
| Valina                | %       | 1.08   |
| Leucina               | %       | 1.87   |
| Isoleucina            | %       | 1.14   |
| Arginina dig.aves     | %       | 1.34   |
| Lisina dig.aves       | %       | 1.25   |
| Metionina dig.aves    | %       | 0.68   |
| Met+Cis dig.aves      | %       | 0.98   |
| Treonina dig.aves     | %       | 0.88   |
| Triptófano dig.aves   | %       | 0.23   |
| Valina dig.aves       | %       | 0.96   |
| Leucina dig.aves      | %       | 1.72   |
| Isoleucina dig.aves   | %       | 1.03   |

### Anexo 3. Dieta Acabado

| Ración Acabado 36-42 Días   |       |         |
|-----------------------------|-------|---------|
| Descripción                 | %     | 1000 kg |
| Maíz americano              | 58.82 | 588.16  |
| Torta de soya               | 22.20 | 222.000 |
| Harina integral de soya     | 14.00 | 140.000 |
| Aceite crudo de soya        | 1.10  | 11.000  |
| Carbonato de calcio         | 1.31  | 13.100  |
| Sal                         | 0.15  | 1.539   |
| Fosfato monodivale          | 0.90  | 9.036   |
| Metionina                   | 0.31  | 3.107   |
| Bicarbonato de sodio        | 0.30  | 3.000   |
| Cloruro de colina 60%       | 0.19  | 1.866   |
| Lisina                      | 0.24  | 2.398   |
| L-treonina                  | 0.11  | 1.145   |
| Bacitracina de zinc         | 0.10  | 1.000   |
| Vitaminas + minerales       | 0.10  | 1.000   |
| Salinomicina                | 0.06  | 0.600   |
| Secuenciante de micotoxinas | 0.05  | 0.500   |
| Colistina                   | 0.02  | 0.200   |
| Fitasa                      | 0.01  | 0.100   |
| Xilanasas                   | 0.01  | 0.050   |

### Valores Nutricionales Esperados

| Descripción           | Unidad  | Valor  |
|-----------------------|---------|--------|
| Humedad               | %       | 11.85  |
| EM aves               | Kcal/kg | 3117   |
| Proteína cruda        | %       | 20.47  |
| Grasa cruda           | %       | 5.88   |
| Fibra cruda           | %       | 3.09   |
| Calcio                | %       | 0.90   |
| Fosforo total         | %       | 0.72   |
| Fosforo disponible    | %       | 0.43   |
| Sodio                 | %       | 0.19   |
| Cloro                 | %       | 0.21   |
| Potasio               | %       | 0.86   |
| Balance electrolítico | mEq     | 243.02 |
| Arginina              | %       | 1.34   |
| Lisina                | %       | 1.28   |
| Metionina             | %       | 0.66   |
| Met + Cis             | %       | 1.00   |
| Treonina              | %       | 0.93   |
| Triptófano            | %       | 0.24   |
| Valina                | %       | 1.03   |
| Leucina               | %       | 1.80   |
| Isoleucina            | %       | 1.09   |
| Arginina dig.aves     | %       | 1.26   |
| Lisina dig.aves       | %       | 1.18   |
| Metionina dig.aves    | %       | 0.64   |
| Met+Cis dig.aves      | %       | 0.92   |
| Treonina dig.aves     | %       | 0.83   |
| Triptófano dig.aves   | %       | 0.21   |
| Valina dig.aves       | %       | 0.92   |
| Leucina dig.aves      | %       | 1.66   |
| Isoleucina dig.aves   | %       | 0.99   |



**Anexo 4.** Resultados de Shapiro-Wilk y prueba Kolmogorov-Smirnov para Índice de Conversión Alimenticia

```
. swilk ica
```

```
Shapiro-Wilk W test for normal data
```

| Variable | Obs | W       | V     | z     | Prob>z  |
|----------|-----|---------|-------|-------|---------|
| ica      | 96  | 0.95205 | 3.826 | 2.970 | 0.00149 |

Se determina un valor de  $p < 0.05$ , se decide rechazar la  $H_0$ ; por tanto los datos no presentan distribución normal

```
Two-sample Kolmogorov-Smirnov test for equality of distribution functions
```

| Smaller group | D       | P-value | Corrected |
|---------------|---------|---------|-----------|
| Control:      | 0.1042  | 0.594   |           |
| Tratamiento:  | -0.1042 | 0.594   |           |
| Combined K-S: | 0.1042  | 0.957   | 0.934     |

Se determina un valor de  $p > 0.05$ , se decide no rechazar la  $H_0$ ; por tanto, el ICA en el tratamiento con pro-nutrientes no presenta diferencia estadística significativa ( $p > 0.05$ ) respecto al tratamiento control.

**Anexo 5.** Resultados de Shapiro-Wilk y prueba Kolmogorov-Smirnov para Ganancia de Peso

```
. swilk gan_peso
```

Shapiro-Wilk W test for normal data

| Variable | Obs | W       | V      | z     | Prob>z  |
|----------|-----|---------|--------|-------|---------|
| gan_peso | 96  | 0.84541 | 12.337 | 5.561 | 0.00000 |

Se determina un valor de  $p < 0.05$ , se decide rechazar la  $H_0$ ; por tanto los datos no presentan distribución normal

Two-sample Kolmogorov-Smirnov test for equality of distribution functions

| Smaller group | D       | P-value | Corrected |
|---------------|---------|---------|-----------|
| Control:      | 0.1042  | 0.594   |           |
| Tratamiento:  | -0.0833 | 0.717   |           |
| Combined K-S: | 0.1042  | 0.957   | 0.934     |

Se determina un valor de  $p > 0.05$ , se decide no rechazar la  $H_0$ ; por tanto, la Ganancia de peso en el tratamiento con pro-nutrientes no presenta diferencia estadística significativa ( $p > 0.05$ ) respecto al tratamiento control.

**Anexo 6.** Resultados de Shapiro-Wilk y prueba Kolmogorov-Smirnov para Consumo de Alimento

```
. swilk con_alim
```

Shapiro-Wilk W test for normal data

| Variable | Obs | W       | V     | z     | Prob>z  |
|----------|-----|---------|-------|-------|---------|
| con_alim | 96  | 0.90141 | 7.868 | 4.566 | 0.00000 |

Se determina un valor de  $p < 0.05$ , se decide rechazar la  $H_0$ ; por tanto los datos no presentan distribución normal

Two-sample Kolmogorov-Smirnov test for equality of distribution functions

| Smaller group | D       | P-value | Corrected |
|---------------|---------|---------|-----------|
| Control:      | 0.1042  | 0.594   |           |
| Tratamiento:  | -0.0625 | 0.829   |           |
| Combined K-S: | 0.1042  | 0.957   | 0.934     |

Se determina un valor de  $p > 0.05$ , se decide no rechazar la  $H_0$ ; por tanto, el Consumo de Alimento en el tratamiento con pro-nutrientes no presenta diferencia estadística significativa ( $p > 0.05$ ) respecto al tratamiento control.

**Anexo 7. Resultados de parámetros productivos (Índice de Conversión Alimenticia, Ganancia de peso y Consumo de alimento) por Semana (1-6)**

-> time = Se1

Summary for variables: ica gan\_peso con\_alim  
by categories of: gpo

| gpo         | mean     | sd       | variance | cv       | min      | max      |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Control     | .777025  | .0971434 | .0094368 | .1250196 | .6006    | .9505    |
|             | 154.5309 | 11.00042 | 121.0092 | .0711859 | 139.4545 | 171.4286 |
|             | 155.2055 | 13.67065 | 186.8867 | .088081  | 127.5758 | 176.2811 |
| Tratamiento | .8140125 | .020974  | .0004399 | .0257662 | .7847    | .8442    |
|             | 149.4543 | 5.826642 | 33.94975 | .0389861 | 137.7143 | 156      |
|             | 159.4311 | 6.550122 | 42.90409 | .0410843 | 146.2857 | 167.8095 |
| Total       | .7955188 | .0705264 | .004974  | .0886546 | .6006    | .9505    |
|             | 151.9926 | 8.898681 | 79.18653 | .0585468 | 137.7143 | 171.4286 |
|             | 157.3183 | 10.58287 | 111.9971 | .0672704 | 127.5758 | 176.2811 |

-> time = Se2

Summary for variables: ica gan\_peso con\_alim  
by categories of: gpo

| gpo         | mean     | sd       | variance | cv       | min      | max      |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Control     | 1.03245  | .0257248 | .0006618 | .0249162 | .9919    | 1.0728   |
|             | 337.9645 | 18.85584 | 355.5429 | .0557924 | 314.2424 | 368.8571 |
|             | 400.764  | 20.08709 | 403.4912 | .050122  | 375.1429 | 440.2857 |
| Tratamiento | 1.023013 | .0169604 | .0002877 | .0165789 | .9956    | 1.042    |
|             | 345.0339 | 10.07618 | 101.5295 | .0292035 | 334      | 362.7273 |
|             | 393.842  | 10.29223 | 105.93   | .0261329 | 376.8571 | 407.2727 |
| Total       | 1.027731 | .0216059 | .0004668 | .0210229 | .9919    | 1.0728   |
|             | 341.4992 | 15.05416 | 226.6277 | .0440826 | 314.2424 | 368.8571 |
|             | 397.303  | 15.82741 | 250.5069 | .0398371 | 375.1429 | 440.2857 |

-> time = Se3

Summary for variables: ica gan\_peso con\_alim  
by categories of: gpo

| gpo         | mean     | sd       | variance | cv       | min      | max      |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Control     | 1.135775 | .0173807 | .0003021 | .0153029 | 1.1071   | 1.158    |
|             | 588.2149 | 19.83449 | 393.4069 | .0337198 | 557.4286 | 611.6387 |
|             | 723.9605 | 23.23915 | 540.0581 | .0321    | 679.4286 | 753.4286 |
| Tratamiento | 1.158875 | .0100518 | .000101  | .0086738 | 1.1435   | 1.1704   |
|             | 582.3757 | 16.77842 | 281.5155 | .0288103 | 548.7879 | 601.4286 |
|             | 748.386  | 14.21175 | 201.9737 | .0189899 | 727.2727 | 767.0588 |
| Total       | 1.147325 | .0181775 | .0003304 | .0158434 | 1.1071   | 1.1704   |
|             | 585.2953 | 18.00155 | 324.0559 | .0307564 | 548.7879 | 611.6387 |
|             | 736.1732 | 22.48058 | 505.3763 | .0305371 | 679.4286 | 767.0588 |

-> time = Se4

Summary for variables: ica gan\_peso con\_alim  
by categories of: gpo

| gpo         | mean     | sd       | variance | cv       | min      | max      |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Control     | 1.326788 | .0210939 | .000445  | .0158985 | 1.2995   | 1.3649   |
|             | 712.9606 | 30.52256 | 931.6269 | .042811  | 682.8125 | 761.7647 |
|             | 1161.3   | 46.36379 | 2149.601 | .039924  | 1079.429 | 1219.706 |
| Tratamiento | 1.32025  | .0217986 | .0004752 | .0165109 | 1.287    | 1.3643   |
|             | 728.23   | 33.39597 | 1115.291 | .0458591 | 672.1212 | 775.7576 |
|             | 1142.518 | 42.21228 | 1781.877 | .0369467 | 1091.429 | 1221.515 |
| Total       | 1.323519 | .020995  | .0004408 | .015863  | 1.287    | 1.3649   |
|             | 720.5953 | 31.89675 | 1017.403 | .0442644 | 672.1212 | 775.7576 |
|             | 1151.909 | 43.91771 | 1928.765 | .038126  | 1079.429 | 1221.515 |

-> time = Se5

Summary for variables: ica gan\_peso con\_alim  
by categories of: gpo

| gpo         | mean     | sd       | variance | cv       | min      | max      |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Control     | 1.515262 | .0212774 | .0004527 | .014042  | 1.4883   | 1.5463   |
|             | 771.4006 | 25.79303 | 665.2803 | .0334366 | 722.5    | 794.9697 |
|             | 1514.916 | 42.6001  | 1814.769 | .0281204 | 1445.857 | 1559.875 |
| Tratamiento | 1.50065  | .0304099 | .0009248 | .0202645 | 1.4707   | 1.5698   |
|             | 779.7695 | 20.86975 | 435.5466 | .026764  | 750.2857 | 811.3636 |
|             | 1503.69  | 43.67308 | 1907.338 | .0290439 | 1445     | 1575.636 |
| Total       | 1.507956 | .0264531 | .0006998 | .0175424 | 1.4707   | 1.5698   |
|             | 775.585  | 23.07371 | 532.3959 | .0297501 | 722.5    | 811.3636 |
|             | 1509.303 | 42.07835 | 1770.587 | .0278793 | 1445     | 1575.636 |

-> time = Se6

Summary for variables: ica gan\_peso con\_alim  
by categories of: gpo

| gpo         | mean     | sd       | variance | cv       | min    | max    |
|-------------|----------|----------|----------|----------|--------|--------|
| Control     | 1.6716   | .0302418 | .0009146 | .0180915 | 1.6254 | 1.7158 |
|             | 779.625  | 52.02729 | 2706.839 | .0667337 | 680    | 842    |
|             | 1712     | 71.26209 | 5078.286 | .0416251 | 1568   | 1777   |
| Tratamiento | 1.667788 | .026428  | .0006984 | .0158461 | 1.6363 | 1.6997 |
|             | 782.625  | 38.50394 | 1482.554 | .0491985 | 741    | 856    |
|             | 1745.25  | 65.69355 | 4315.643 | .0376413 | 1602   | 1809   |
| Total       | 1.669694 | .0275066 | .0007566 | .016474  | 1.6254 | 1.7158 |
|             | 781.125  | 44.24308 | 1957.45  | .0566402 | 680    | 856    |
|             | 1728.625 | 68.40066 | 4678.65  | .0395694 | 1568   | 1809   |

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar-Barojas, S. Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigación en salud. *Salud en Tabasco*. 2005. 11(1-2): 333-338
- Alba M, Casas E, Vejarano M, Reyna P. Comparación productiva de pollos de carne criados en camas nuevas vs. Cama reutilizada por cinco campañas. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* [revista en Internet] 2008. [acceso 17 Julio del 2018]. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1609-91172008000200003](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172008000200003)
- Alcicek A, Bozkurt M, Cabuk M. The effect of a mixture of herbal essential oils, an organic acid or a probiotic on broiler performance. *South African Journal of Animal Science* [revista en Internet] 2004. [acceso 24 de Julio del 2018]. Disponible en: <http://www.sasas.co.za/effect-mixture-herbal-essential-oils-organic-acid-or-probiotic-broiler-performance>
- Altamira S y Rocha A. Evaluación del extracto de *Macleaya cordata* en pollos de engorda desafiados con *Salmonella typhimurium* [tesis]. México: Universidad Autónoma San Luis de Potosí; 2014.
- Álvarez P, Molina D, Rojas R, San Martín V, Serrano H, et al. Efecto de los extractos de hojas de *Passiflora edulis* y *Psidium guajava* en el rendimiento productivo y microbiología fecal en pollos de engorde. *REDVET* [revista en Internet] 2018. [acceso 24 de Julio del 2018]; 19 (5). Disponible en: <http://www.veterinaria.org/6219-revista-veterinaria-redvet-051810---efecto-de-los-extractos-de-hojas-de-passiflora-edulis-y-psidium-guajava.html#.W1pzEjozaUs>
- Alvites A, Leiva D. Importancia del uso de enzimas en avicultura. *Actualidad Avipecuaria*. [revista en Internet] 2012 Marzo [acceso 19 de Julio del 2018]. Disponible en: <http://www.actualidadporcina.com/battilana/articulos/importancia-del-uso-de-enzimas-en-avicultura.html>
- Arce J, Ávila E, Gómez S, Itzá M, et al. Efecto de la fuente energética y el nivel de energía sobre la longitud de vellosidades intestinales, la respuesta inmune y el rendimiento productivo en pollos de engorda. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* [revista en Internet] 2008. [acceso 17 Julio del 2018]. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0301-50922008000400001](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-50922008000400001)
- Asadpour Y, Dadashbeiki M, Rostami H, Seidavi A, Simoes J. Effects of different dietary *Rosmarinus Officinalis* powder and Vitamin E Levels on the Performance and Gut Gross Morphometry of Broiler Chickens. *Brazilian Journal of Poultry Science* [revista en Internet] 2015 Diciembre. [acceso 24 de Julio del 2018]. Disponible en: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-635X2015001000023](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-635X2015001000023)
- Asmat, C. Sector Avícola elevaría ritmo de crecimiento en el 2018. *Enfoques de la semana* [revista en Internet] 2018 Febrero. [acceso 27 de Agosto del 2018].

- Disponible en: [https://scotiabankfiles.azureedge.net/scotiabank-peru/PDFs/semanal/2018/febrero/20180204\\_sem\\_es.pdf](https://scotiabankfiles.azureedge.net/scotiabank-peru/PDFs/semanal/2018/febrero/20180204_sem_es.pdf)
- Barreto M, Fierro Y. Evaluación de algunos parámetros productivos en pollo de engorde en la granja mi ranchito [tesis]. Colombia: Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD); 2017.
  - Bertechini A. Niveles de proteína y aminoácidos en avicultura. Universidad Federal de Lavras. Brasil; 2012.
  - Besbe B, Donal J y Jego Y. Análisis de la variabilidad genética correspondiente a la selección de líneas comerciales [tesis]. Francia: ITAVI; 2000.
  - Besbe B, Donal J, Jego Y. Análisis de la variabilidad genética correspondiente a la selección de líneas comerciales. Paris: ITAVI; 2000.
  - Biarnes M. Higiene y patología Aviar. España: Colección Biblioteca de Avicultura; 2005.
  - Bigot K, Mignon-Grasteau S, Picard M, Tesseraud S. Effects of delayed feed intake on body, intestine, and muscle development in neonate broilers. *Worlds Poultry Science Journal*. [revista en Internet] 2003. [acceso 12 de Julio del 2018]. Disponible: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12762401>
  - Borrell J, Roca V. Los pronutrientes: volver al pasado para mejorar el futuro. *Actualidad Avipecuaria* [revista en Internet] 2016 diciembre. [acceso 20 de Octubre del 2017]. Disponible en: <http://www.actualidadavipecuaria.com/articulos/los-pronutrientes-volver-al-pasado-para-mejorar-el-futuro.html>
  - Borrell Valls, J. Beneficios del uso de pronutrientes naturales en veterinaria. El Salvador: ALIANSA- Avicola Salvadoreña; 2006.
  - Bruno L, Macari M. Consumo de agua: Mecanismos regulatorios. *Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte*. Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão, São Paulo. p. 201- 208.
  - Callejo A. Manejo del pollito recién nacido. Universidad Politécnica de Madrid; 2010.
  - Cárdenas A. Evaluación de parámetros productivos en pollos de engorde de la línea Ross 308 suplementando aceites esenciales de orégano en la finca San Fernando [tesis]. Colombia: Universidad de Cundinamarca; 2015.
  - Casamachin M, López F, Ortiz D. Evaluación de tres niveles de inclusión de morera (*Morus alba*) en el alimento para pollos de engorde. Colombia: Universidad del Cauca; 2007. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
  - Casas G. Pronutrientes: alternativa a los antibióticos. *Biovet* [revista en Internet] 2008. [acceso 5 de Setiembre del 2017]. Disponible en: <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/pro-nutrientes-alternativa-antibioticos-t26151.htm>
  - Castillo A, Rodríguez W. Evaluación del Viusid sobre los parámetros productivos y sistema inmunológico de los pollos de engorde hasta los 42 días de edad [tesis]. Honduras: Universidad Zamorano; 2011.



- Catalá P. Alternativas a los antibióticos en el pollo de engorde. España: Ganadería; 2007. Departamento de Producción Animal Universidad de Murcia.
- Cornejo J. Evaluación de un inmunoestimulante (betaglucano) en la crianza de Broilers [tesis]. Ecuador: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil; 2014.
- Dai M. Cama en Pollos de Engorde-Materiales: Reutilización y Disposición. Actualidad Avípecuaria. [revista en Internet] 2016 Octubre. [acceso 17 de Julio del 2018]. Disponible en: <http://www.actualidadavipecuaria.com/articulos/cama-en-pollos-de-engorde-materiales-reutilizacion-y-disposicion.html>.
- Dale N. Mejorando la competitividad de la producción avícola por medio de los programas de nutrición y alimentación. Perú: Mundo Avícola y Porcino.; 2002. p. 22-23.
- Dapoza C. Los aminoácidos en la alimentación por fases del pollo de engorde. Selecciones Avícolas [revista en Internet] 2015 Enero [acceso 19 de Julio del 2018]. Disponible en: <https://seleccionesavicolas.com/avicultura/2015/01/los-aminoacidos-en-la-alimentacion-por-fases-del-pollo-de-engorde>
- Demir E, Ozcan M, Sarica S, Suicmez M. The use of natural feed additives as alternative to an antibiotic growth promoter in broiler diets. Arch. Gefluggelk. [revista en Internet] 2005. [acceso 31 de Julio del 2018]. Disponible en: <https://www.european-poultry-science.com/The-use-of-natural-feed-additives-as-alternative-to-an-antibiotic-growth-promoter-in-broiler-diets,QUIEPTQyMTYwODkmTUIEPTTE2MTAxNA.html>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia
- Díaz A. Uso de pronutrientes en cerdos [video]. XIII Congreso Centroamericano y del Caribe de Porcicultura; 2017. Disponible en: <https://www.engormix.com/MA-porcicultura/videos/usopronutrientes-cerdos-alfonso-diaz-marin-t49296.htm>
- Dibner J, Richards J. Antibiotic growth promoters in agriculture: history and mode of action. Poultry Science [revista en Internet] 2005. [acceso 15 de Agosto 2017]; 84 (9). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15844822>
- Esmail S. Ideas inspiradas para invertir en casetas de pollos de engorda. Industria avícola 50 (5): 33-36
- Especificaciones Nutricionales Pollo de Engorde Ross 308, 2014
- Estrada P, Marquez G. Interacción de los factores ambientales con la respuesta del comportamiento productivo en pollos de engorde. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias [revista en Internet] 2005. [acceso 8 de Setiembre de 2017]; 18(11). Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012006902005000300006&script=sci\\_abstract&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012006902005000300006&script=sci_abstract&tlng=es)
- Estrada P, Márquez G. Interacción de los factores ambientales con la respuesta del comportamiento productivo en pollos de engorde. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias [revista en Internet] 2005 Julio. [acceso 20 Julio 2018]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=295022964006>

- Fairchild B. ¿Cuál es la densidad ideal para pollos de engorda? El sitio avícola. [revista en Internet] 2010 Julio. [acceso 19 de Julio del 2018]. Disponible en: <http://www.elsitioavicola.com/articulos/1769/ncual-es-la-densidad-ideal-para-pollos-de-engorda/>
- Fairchild B. Control de factores ambientales en la crianza de pollo BB. El sitio avícola. [revista en Internet] 2012 Julio. [acceso 19 de Julio del 2018]. Disponible en: <http://www.elsitioavicola.com/articulos/2187/control-de-factores-ambientales-en-la-crianza-de-pollo-BB-1/>
- Fallah V, Habibian S, Habibian S. Enhancement of broiler performance and immune response by *Echinacea purpurea* supplemented in diet. African Journal of Biotechnology. [revista en Internet] 2011 Setiembre. [acceso 31 de Julio del 2018]. Disponible en: <https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/96116>
- Fanatico A. Alimentación de pollos para obtener mejor salud y mayor rendimiento. El sitio avícola. [revista en Internet] 2013 diciembre. [acceso 19 de Julio del 2018]. Disponible en: <http://www.elsitioavicola.com/articulos/2491/alimentacion-de-pollos-para-obtener-mejor-salud-y-mayor-rendimiento/>
- Ferney E, Lopez F, Rosero J. Evaluación del comportamiento productivo de las líneas de pollos de engorde Cobb 500 y Ross 308. Colombia: Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial; 2012. Artículos de Investigación Científica y Tecnológica: 10
- Francesch M, Geraert P. Enzyme complex containing carbohydrases and phytase improves growth performance and bone mineralization of broilers fed reduced nutrient corn-soybean-based diets. Worlds Poultry Science Journal. [revista en Internet] 2009 Setiembre [acceso 20 de Julio del 2018] Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19687277>
- Gallardo C. Minerales orgánicos en la alimentación de pollos de engorde. Actualidad Avipecuaria. [revista en Internet] 2017 Abril [acceso 19 de Julio del 2018]. Disponible en: <http://www.actualidadavipecuaria.com/articulos/Minerales-organicos-en-la-alimentacion-de-pollos-de-engorde.html>
- Gibert P. Proteínas y aminoácidos. ABC rural [revista en Internet] 2016 Febrero. [acceso 19 de Julio del 2018]. Disponible en: <http://www.abc.com.py/edicion-impresa/suplementos/abc-rural/proteinas-y-aminoacidos---dr-p-m-gibert-1451956.html>
- Giral F. Pronutrientes acondicionadores de la mucosa intestinal y su efecto sobre la absorción de nutrientes y desarrollo del aparato digestivo en aves. Actualidad Avipecuaria [revista en Internet] 2017 Setiembre. [acceso 15 de Diciembre 2017]. Disponible en: <http://www.actualidadavipecuaria.com/articulos/pronutrientes-acondicionadores-de-la-mucosa-intestinal-y-su-efecto-sobre-la-absorcion-de-nutrientes-y-desarrollo-del-aparato-digestivo-en-aves.html>
- Grashorn M. Use of phytobiotics in broiler nutrition - An alternative to infeed antibiotics? Journal of Animal and Feed Sciences. [revista en Internet] 2010 Agosto. [acceso 30 de Julio del 2018]. Disponible en:

- [https://www.researchgate.net/publication/228490537\\_Use\\_of\\_phytobiotics\\_in\\_broiler\\_nutrition\\_-\\_An\\_alternative\\_to\\_infeed\\_antibiotics](https://www.researchgate.net/publication/228490537_Use_of_phytobiotics_in_broiler_nutrition_-_An_alternative_to_infeed_antibiotics)
- Gutiérrez L, Sumano S. Vitaminas como agentes terapéuticos. Farmacología Clínica en Aves Comerciales. México: Editorial McGraw-Hill Interamericana; 2010. p. 549-578
  - Hughes R. La uniformidad de la manada. ¿Cómo se evalúa? Australian Poultry Science [revista en Internet] 2017. [acceso 1 de Setiembre del 2018]. Disponible en: <https://seleccionesavicolas.com/avicultura/2017/04/la-uniformidad-de-la-manada.-como-se-evalua>
  - Jarama C. Evaluación de caracteres de crecimiento y mortalidad en dos líneas de pollo de engorde en condiciones de altitud [tesis]. Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana; 2016
  - Klein D. Determinación de parámetros productivos en tres líneas de pollo de engorde tipo Redbro. [tesis]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala; 2015
  - Lacy M y Vest L. Importancia Económica del Índice de Conversión
  - Lacy M. Litter quality and broiler performance. USA: College of Agricultural & Environmental Sciences, University of Georgia, 2002.
  - Landa E. La avicultura peruana se desarrolla gracias a la tecnología. MAP La Revista [revista en Internet] 2015 Abril [acceso 19 de Noviembre del 2017]. Disponible en: <http://www.maplarevista.pe/2015/04/la-avicultura-peruana-se-desarrolla.html>
  - Lizárraga V. Comparación de parámetros productivos de dos líneas de pollos de carne: Cobb y Hubbard [tesis]. Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina; 2009.
  - Lopera P. Medición de parámetros productivos en avicultura. AviNews A.Latina [revista en Internet] 2017 Setiembre. [acceso 15 de Octubre del 2017]; 1(5). Disponible en: <https://avicultura.info/medicion-de-parametros-productivos-en-avicultura/>
  - Luyo J. Evaluación sanitaria en pollos de engorde Ross 308 criados en cama nueva vs. cama reciclada en granjas comerciales [tesis]. Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2014.
  - Manual de Manejo del pollo de engorde Ross. Aviagen. 2014. p. 2-130.
  - Marcuello E. Hepavex 200: el aliado del hígado en las aves Engormix [revista en Internet]. 2010 Octubre. [acceso 08 de Agosto del 2018]. Disponible en: <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/hepavex-200-aliado-higado-t28588.htm>
  - Mejía P. Influencia de la inclusión de pronutrientes y probiótico en los indicadores productivos de pollos de engorde en la etapa de arranque [tesis doctoral]. El Salvador: Universidad de El Salvador; 2011.
  - Mendoza A. Manual de Producción de Aves. Publicación Universitaria. Hancayo 2000 p 105

- Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI)
- Mora J. Una reflexión sobre el mejoramiento genético en avicultura y las condiciones que demanda. Medellín: Universidad Nacional de Colombia; 2003.
- Nogueira E, Rostagno H, Salguero S, Teixeira L. Nutrición de precisión para pollos de engorde. Engormix [revista en Internet] 2014 Enero. [acceso 17 de Julio del 2018]. Disponible en: <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/nutricion-precision-pollos-engorde-t41560.htm>
- Objetivos de rendimiento Ross 308 AP. Aviagen. 2017. P. 1-14
- Oviedo E. Efecto de la temperatura y de la velocidad del aire en galpones de pollos. Actualidad Avipecuaria. [revista en Internet] 2017 Agosto. [acceso 19 de Julio del 2018]. Disponible en: <http://www.actualidadavipecuaria.com/articulos/temperatura-efecto-velocidad-aire-galpones.html>
- Pié J. Pronutrientes: Mejora de la fisiología intestinal en aves. Actualidad Avipecuaria [revista en Internet] 2017 Diciembre. [acceso 15 de Diciembre del 2017]. Disponible en: <http://www.actualidadavipecuaria.com/adivet/articulos/pronutrientes-mejora-de-la-fisiologia-intestinal-en-aves.htm>
- Pié J. Uso de pronutrientes inmunoestimulantes en avicultura. Actualidad Avipecuaria. [revista en Internet] 2017 Agosto. [acceso 12 de Setiembre del 2017]. Disponible en: <http://www.actualidadavipecuaria.com/articulos/uso-de-pronutrientes-inmunoestimulantes-en-avicultura.html>
- Pié J. Utilización de Alquernat Inmuplus como inmunoestimulante. Actualidad Avipecuaria [revista en Internet] 2017 Abril. [acceso 26 de Agosto del 2017]. Disponible en: <http://www.actualidadavipecuaria.com/articulos/utilizacion-de-alquernat-inmuplus-como-inmunoestimulante.html>
- Pomiano J. La importancia del agua en la avicultura. Actualidad Avipecuaria. [revista en Internet] 2016 Noviembre. [acceso 17 de Julio del 2018]. Disponible en: <http://www.actualidadavipecuaria.com/articulos/la-importancia-del-agua-en-la-avicultura.html>
- Ribeiro V, Rostagno H, Salguero S, Teixeira L. Nuevas recomendaciones nutricionales para pollos y ponedoras. Engormix [revista en Internet] 2011 Octubre [acceso 20 de Julio del 2018]. Disponible en: <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/nutricion-de-pollos-t29031.htm>
- Rodríguez W. Indicadores productivos como herramienta para medir la eficiencia del pollo de engorde. 2007.
- Romero A. ¿Cuál es el siguiente paso en la industria avícola? MAP La Revista [revista en Internet] 2017 Agosto. [acceso 1 de Diciembre del 2017]. Disponible en: <http://www.maplarevista.pe/2017/08/cual-es-el-siguiente-paso-en-la.html>
- Rosmini M. Producción de prebióticos para animales de abasto: importancia del uso de la microbiota intestinal indígena. México: Revista Mexicana de Ingeniería Química; 2004. Sistema de Información Científica: 3

- Rubio J. Suministro de agua de calidad en las granjas de broilers. Jornadas Profesionales de Avicultura de Carne. España; 2005
- Swiatkiewicz S, Arczewska W, Osek L, Józefiak D. The efficacy of organic minerals in poultry nutrition: review and implications of recent studies. *Worlds Poultry Science Journal*. [revista en Internet] 2014 Setiembre [acceso 20 de Julio del 2018] Disponible en: <https://www.cambridge.org/core/journals/world-s-poultry-science-journal/article/efficacy-of-organic-minerals-in-poultry-nutrition-review-and-implications-of-recent-studies/831E8E08564D15B4FEC4294D84F36A30>
- Torrealba H. Salud Intestinal: Estrategias Alimenticias que Influyen en la Microflora Bacteriana. Alltech; 2009.
- Uribe A. Manejo del pollo de engorde en galpones abiertos. *Actualidad Avipecuaria* [revista en Internet] 2017 diciembre. [acceso 12 de Diciembre del 2017]. Disponible en: <http://www.actualidadavipecuaria.com/articulos/manejo-del-pollo-de-engorde-en-galpones-abiertos.html>
- Valdiviezo, M. Determinación y Comparación de parámetros productivos en pollos broiler de las líneas Cobb 500 y Ross 308, con y sin restricción alimenticia [tesis]. Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Chimborazo; 2012.
- Vargas E. Pronutrientes naturales en Simposium Biovet. Engormix [revista en Internet]. 2006 Octubre. [acceso 10 de Octubre del 2017]. Disponible en: <https://www.engormix.com/MA-avicultura/noticias/espana-pronutrientes-naturales-simposium-t9560/p0.htm>
- Vieira S. Chelated Minerals for Poultry. *Brazilian Journal of Poultry Science*. [revista en Internet] 2008 [acceso 20 de Julio del 2018]. Disponible en: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-635X2008000200001&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-635X2008000200001&lng=en&nrm=iso&tlng=en)
- Walsh C. Protein. Salem Press Encyclopedia of Science. 2013.
- Weiss N. Evaluación de la suplementación de clorhidrato de ciproheptadina en raciones a base de maíz-soya sobre los parámetros productivos de pollos de engorde [tesis]. Perú: Universidad Científica del Sur; 2015.
- Yu P. Resultados de campo de Alquernat Immuplus en porcicultura. China: Biovet's International Symposium Atlanta; 2016.
- Zamora R. Tendencias y problemas de bienestar animal en pollos de engorde y gallinas ponedoras comerciales. Universidad de Costa Rica; 2017
- Zhicay C. Evaluación de la ración alimenticia controlada en horas en pollos parrilleros [tesis]. Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana; 2016