

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

PROGRAMA DE ESTUDIO DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE MÉDICO VETERINARIO
ZOOTECNISTA**

Efecto de la disminución de nivel de proteína y adición de sulfato ferroso en la
dieta de pollos criados en ambientes de altura.

Área de Investigación:

Producción y Bienestar Animal

Autora:

Negreiros Fernández, Katerinne Damaris

Jurado Evaluador:

Presidente: Ortiz Tenorio, Luis Abraham

Secretario: Zevallos Ochoa, Lizbeth Gissele

Vocal: Rojas Paredes, Marco Antonio

Asesor:

Castillo Soto, Wilson Lino

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8047-2993>

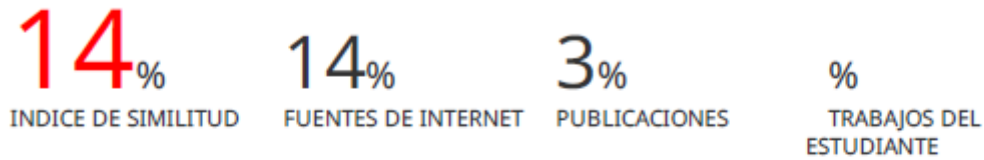
TRUJILLO - PERÚ

2024

Fecha de sustentación: 2024/12/11

Efecto de la disminución de nivel de proteína y adición de sulfato ferroso en la dieta de pollos criados en ambientes de altura

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	10%
2	orcid.org Fuente de Internet	1%
3	repositorioinstitucional.uabc.mx Fuente de Internet	1%
4	docplayer.es Fuente de Internet	1%
5	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
6	repository.lasalle.edu.co Fuente de Internet	1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, Wilson Lino Castillo Soto, docente del Programa de Estudio Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada “Efecto de la disminución de nivel de proteína y adición de sulfato ferroso en la dieta de pollos criados en ambientes de altura”, autor Katerinne Damaris Negreiros Fernández, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 14%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin, el 03 de diciembre de 2024.
- He revisado con detalle dicho reporte y la tesis, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

Trujillo, 03 de diciembre de 2024.

Asesor: Castillo Soto, Wilson Lino

Autor: Negreiros Fernández, Katerinne D.

DNI: 22968030

DNI: 74284589

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8047-2993>

Firma:

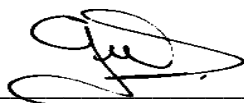
Firma:



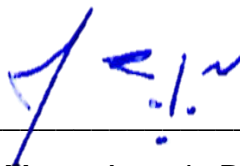
La presente tesis ha sido revisada y aprobado por el siguiente jurado:



MV. Mg. Luis Abraham Ortiz Tenorio
PRESIDENTE



Ing. Mg. Lizbeth Zevallos Ochoa
SECRETARIO



Ing. Mg. Marco Antonio Rojas Paredes
VOCAL



Dr. Wilson Lino Castillo Soto
ASESOR

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mis padres, hermanos y abuelita, pues, sin su apoyo y motivación constante, el inicio y culmino de esta etapa no sería posible.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios y a mi familia, por su amor, dedicación y guía en este trayecto hacia mi desarrollo personal y profesional. Por ser mi motivación día a día.

A mi asesor Dr. Wilson Castillo Soto y profesores de la universidad, por su apoyo y enseñanzas a lo largo de estos años. Por inspirarnos a estar en el camino del aprendizaje constante.

A mis amigos cercanos por su aliento y motivación hacia el culmino de este proyecto; también a quienes fueron parte de mi grupo de trabajo en la universidad, por su apoyo y compañía en este camino.

Al equipo de la veterinaria Cotos, por brindarme los permisos necesarios para lograr culminar este proyecto.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA	3
2.1. Crianza de pollos broiler en el Perú	3
2.1.1. Características generales del pollo “broiler”.....	4
2.1.2. Línea “Broiler”- Cobb 500.....	5
2.1.3. Fisiología digestiva del pollo “broiler”.....	6
2.1.4. Requerimiento nutricional del pollo Cobb 500.....	7
2.2. Síndrome ascítico en pollos “broiler”	8
2.2.1. Etiología.....	9
2.2.2. Fisiopatología.....	10
2.2.3. Signos.....	10
2.2.4. Lesiones macroscópicas.....	11
2.3. Definición de proteína ideal	12
2.4. Sulfato ferroso	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
3.1. Lugar de investigación.....	14
3.2. Instalaciones.....	14
3.3. Animales.....	14
3.4. Alimentación	14
3.5. Variable independiente	19
3.6. Tratamientos.....	19
3.7. Variables dependientes	19
3.8. Análisis estadístico	20
IV. RESULTADOS	21
V. DISCUSIÓN.....	27
VI. CONCLUSIONES.....	29
VII. RECOMENDACIONES.....	30
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	31

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Evolución del pollo de engorde desde 1925 hasta el 2015.....	5
Cuadro 2. Requerimientos nutricionales del Cobb 500.....	8
Cuadro 3. Lesiones macroscópicas en pollos con síndrome ascítico.....	11
Cuadro 4. Composición nutricional y porcentual de la dieta para pollos Cobb 500 durante la etapa de Inicio (0-7 días).....	15
Cuadro 5. Composición nutricional y porcentual de la dieta para pollos Cobb 500 durante la etapa de Crecimiento (8-21 días).....	16
Cuadro 6. Composición nutricional y porcentual de la dieta para pollos Cobb 500 durante la etapa de Acabado I (22-33 días).....	17
Cuadro 7. Composición nutricional y porcentual de la dieta para pollos Cobb 500 durante la etapa de Acabado II (34-42 días)	18
Cuadro 8. Promedios de la ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad en pollos, en la etapa de inicio (0-7 días).....	21
Cuadro 9. Promedios de ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad en pollos, en etapa de crecimiento (8 – 21 días).....	22
Cuadro 10. Promedios de ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad en pollos, en etapa de Acabado I (22 – 33 días).....	23
Cuadro 11. Promedios de ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad en pollos, en etapa de Acabado II (34 – 42 días).....	24
Cuadro 12. Promedios de ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad en pollos, en el periodo total (1 – 42 días).....	25
Cuadro 13. Evaluación económica de la crianza de pollos Cobb 500 (1-42 días) con los diferentes tratamientos aplicados durante la experimentación.....	26
Cuadro 14. Evaluación económica de la crianza de pollos Cobb 500 (1-42 días) por factores independientes.....	26

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Línea Cobb 500.....	6
Figura 2. Tracto digestivo del pollo de engorde.....	7

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo determinar el efecto de la disminución del nivel de proteína y adición de sulfato ferroso en la dieta de pollos criados en ambientes de altura. Se utilizaron 96 pollos (hembras y machos), los cuales fueron distribuidos a través de un Diseño Completamente al Azar (DCA) en arreglo factorial 2x2 (Nivel de proteína y sulfato ferroso), con 4 tratamientos: PSF1 (dieta con 21 % de proteína y sin sulfato ferroso), PCF1 (dieta con 21 % de proteína y con sulfato ferroso), PSF2 (dieta con 20 % de proteína y sin sulfato ferroso), PCF2 (dieta con 20 % de proteína y con sulfato ferroso), y cuatro repeticiones. Se evaluaron los parámetros productivos: ganancia de peso (g), consumo de alimento (g) y conversión alimenticia (kg/kg) en la fase de inicio (1-7 días), crecimiento (8-21 días), acabado 1 (22-33 días) y acabado 2 (34-42 días), mortalidad (%) y el parámetro beneficio económico (s/). Los resultados fueron analizados mediante el análisis de varianza y los promedios se compararon a través de la prueba de Tukey ($P < 0.05$).

En este estudio no se evidenciaron diferencias significativas ($P > 0.05$) en el comportamiento productivo de las aves respecto al nivel de proteína en la dieta, pero si, fueron influenciadas positivamente por la adición del sulfato ferroso, es así, como la ganancia de peso de pollos de engorde fueron superiores en la etapa de Acabado I y periodo total. Asimismo, se observó su efecto como controlador del síndrome ascítico, puesto que, la tasa de mortalidad fue menor para aquellas aves a las que se le administró sulfato ferroso desde el inicio. Sin embargo, respecto al análisis económico, los tratamientos que tuvieron menor nivel de proteína en la dieta, obtuvieron mayor rentabilidad y beneficio económico independientemente de la adición o no del sulfato ferroso. Se concluye que el sulfato ferroso genera mayores ganancias de peso en pollos de engorde sometidos a ambientes de altura en la etapa de Acabado I, y que además disminuye la mortalidad por síndrome ascítico.

Palabras claves: Altitud, nivel de proteína, pollos, síndrome ascítico

ABSTRACT

The objective of the present study was to determine the effect of reducing the protein level and adding ferrous sulfate to the diet of chickens raised in high-altitude environments. A total of 96 chickens (females and males) were used, which were distributed through a Completely Randomized Design (CRD) in a 2x2 factorial arrangement (Protein level and ferrous sulfate), with 4 treatments: PSF1 (diet with 21% protein and without ferrous sulfate), PCF1 (diet with 21% protein and with ferrous sulfate), PSF2 (diet with 20% protein and without ferrous sulfate), PCF2 (diet with 20% protein and with ferrous sulfate), and four repetitions. The productive parameters were evaluated: weight gain (g), feed consumption (g), and feed conversion (kg/kg) in the starter phase (1-7 days), growth phase (8-21 days), finishing phase 1 (22-33 days), and finishing phase 2 (34-42 days), mortality (%), and the economic benefit parameter (s/). The results were analyzed using analysis of variance and the means were compared using the Tukey test ($P < 0.05$).

In this study, no significant differences ($P > 0.05$) were observed in the productive behavior of the birds concerning the protein level in the diet, but they were positively influenced by the addition of ferrous sulfate, resulting in higher weight gain of broiler chickens during the Finishing I stage and the total period. Likewise, its effect as a controller of ascitic syndrome was observed, as the mortality rate was lower for those birds that were administered ferrous sulfate from the beginning. However, regarding the economic analysis, the treatments with a lower protein level in the diet achieved greater profitability and economic benefit regardless of the addition or not of ferrous sulfate. It is concluded that ferrous sulfate generates greater weight gains in broiler chickens subjected to high-altitude environments during the Finishing I stage, and that it also reduces mortality due to ascitic syndrome.

Keywords: Altitude, protein level, chickens, ascites syndrome

I. INTRODUCCIÓN

La avicultura se convierte en la actividad económica más importante en el Perú, tras poseer uno de los PBI más altos dentro del sector agropecuario y debido a su constante crecimiento a lo largo de estos años, fue así que en el 2018 este sector tuvo un incremento del 3.6 % debiéndose exclusivamente a la actividad avícola, cuyo crecimiento fue de un 4.7 % en ese mismo año (MINAGRI, 2019). Dentro de este marco, La Libertad es el segundo departamento a nivel nacional que más produce pollos de carne (17.9%) precedido por Lima y seguido de Arequipa e Ica; entonces, es así que el 90% de los avicultores se encuentran en la Costa haciendo que la comercialización se extienda hasta la Sierra y Selva del Perú (MINAGRI, 2020).

Los pollos parrilleros de la línea Cobb 500 son los más selectos por avicultores para realizar una crianza intensiva en el norte del país, es así que, incluso llega a tener una distribución del 80% a nivel nacional respecto a la población total pollos en producción (MINAG, 2005 citado por Angulo y Falcón, 2012). Según Hatchery (2015), citado por Del Pozo (2018), la explotación de estas aves se debe a que tienen una alta conversión alimenticia, alto índice de crecimiento, viabilidad, capacidad de adaptación a climas fríos y una rentabilidad competitiva.

Sin embargo, Urbaityte (2008), citado por Ramos (2010), reportan que debido a que existen zonas en la sierra peruana que tienen grandes altitudes y bajas temperaturas es que hace difícil su crianza, ya que está asociada a una disminución de oxígeno y, por consiguiente, se producen alteraciones funcionales en el organismo de los pollos, los cuales, influyen negativamente en los parámetros productivos y, asimismo, se produce pérdidas económicas por bajo rendimiento y muerte.

A esta condición se le conoce como “síndrome ascítico”, el cual, altera el performance productivo de pollos parrilleros como los Cobb 500, de esta manera, es que en la sierra Liberteña se genera una limitación a su crianza debido principalmente a factores ambientales (Pajares, 2016). Por ello, muchos medianos avicultores ubicados en zonas que superan los 2500 m.s.n.m. se han visto

afectados por las pérdidas económicas que esto genera (Piravique y Rodríguez, 2017). Además, Fonseca (2018), menciona que esto implica que las zonas andinas sean abastecidas con pollos provenientes de la costa, involucrando así un precio elevado por kilogramo de carne (12-14 soles), a lo que muchos habitantes de bajos recursos económicos no son capaces de solventar.

Por ello, es que dietas con una baja concentración de proteína y formuladas bajo proteína ideal pueden aminorar los efectos del síndrome ascítico, ya que, optimizan el metabolismo de los nutrientes, logrando que tengan el tiempo suficiente para que su organismo pueda adaptarse en gran medida al ambiente de altura y si, además, son potenciadas por el efecto de sulfato ferroso en agua de bebida, los pollos podrán tener un mejor transporte de oxígeno en sangre, lo que favorece al aumento de su capacidad cardiopulmonar (Pajares, 2016 y Romero, 2018).

Por lo anteriormente expuesto, si la disminución de proteína en dieta de pollos broiler y el sulfato ferroso en agua de bebida disminuye significativamente los efectos del síndrome ascítico, los parámetros productivos no se verán afectados, por lo tanto, se podría tener una crianza sostenible en zonas de la sierra Liberteña. Por otro lado, la siguiente investigación brindará una solución para que avicultores de estas zonas puedan cumplir la demanda de la población sin recurrir frecuentemente a la Costa.

II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

2.1. Crianza de pollos broiler en el Perú

Si indagamos en nuestra historia, la producción de aves se remonta en el imperio incaico, donde prevalecía la crianza de traspatio de patos y gallinas, pero, es con la llegada de los españoles al Perú que se introduce poco a poco el consumo de pollos de carne y huevos; asimismo, hubieron varios factores que impulsaron el crecimiento del sector avícola en nuestro país: la reforma agraria de 1969, que expandió la producción de pollos debiéndose únicamente a la prohibición del consumo de carnes rojas por un periodo de tiempo, provocando que la demanda de ese año se duplicara, lo que conllevó a los productores implementar mejores procedimientos y tecnologías en la crianza; el aumento del poder adquisitivo de la población, esto se debe a que el precio es mucho menor comparándolo con la carne de otras especies; y otro factor no menos importante, es la preferencia por el “pollo a la brasa”, plato peruano que más se consume en celebraciones y otros eventos conmemorativos (Lau, 2011).

Según, Llaque (2009), esta industria ha tenido un crecimiento imparable desde hace más de dos décadas, solo en el año 2006, la producción de pollos broiler ya representaba el 94.3% de la producción avícola nacional, siendo lo restante por otras aves como pavos y gallinas. Esto está relacionado directamente con el mejoramiento genético y con la adaptación de mejores programas de alimentación, lo que permitió que los pollos puedan tener una mejor conversión alimenticia y ganancia de peso; por otro lado, el rol que cumplió las actividades de manejo en la crianza fue importante, ya que, ayudó a disminuir la incidencia de enfermedades y casos de mortalidad (Romero, 2018).

De esta manera, la avicultura se ha convertido en una de las actividades económicas más importantes dentro del sector agropecuario, es así que, llega a tener un PBI del 55 % en esta sección y 1.8 % a nivel nacional, además, ofrece trabajo a más de 250 mil personas en las diferentes áreas de producción

(Lau, 2011). Un factor importante para este constante crecimiento, es la preferencia que tienen los peruanos por los pollos broiler sobre otras fuentes proteicas (consumo por habitante/año 80.5 kg a nivel nacional), de esta manera, es que solo en el año 2018, se produjeron 1 581 767 toneladas, de las cuales se comercializaron unas 764 639 y, convirtiéndose Lima en una de las principales ciudades productoras de aves, ya que, su participación en el ámbito nacional fue de un 53% (Salazar et al, 2019).

2.1.1. Características generales del pollo “broiler”

Los pollos de engorde son llamados “broiler” por su denominación inglesa que significa “pollo asado/parrillero” o son también conocidos como “pollos de carne”, ya que, son expendidos en el mercado a nivel mundial (Villacís, 2016).

Cuando hablamos de líneas Broiler, esto viene relacionado con el término “hibridación”, ya que estas son obtenidas a partir del cruzamiento de diferentes razas, siendo las líneas madre: New Hampshire o White Plymouth Rock, y de línea paterna: White Cornish (Buxade, 2005 citado por Abad, 2008). Por consiguiente, se obtuvieron ejemplares con mejor ganancia de peso, buena conformación física, alta resistencia frente a enfermedades, entre otros (Ojeda, 2010 citado por Vilcapoma, 2017).

El pollo parrillero se caracteriza por crecer rápidamente, por tener masas musculares notables que le dan un aspecto “redondeado” y es el adecuado para ser una fuente de proteína (Molina y León, 2008). Además, según Vantress (2008), citado por Suzaño (2014), esta ave tiene una producción que dura no más de 8 semanas, su carne es blanca, jugosa y tierna, además, de tener una piel suave y flexible.

Según, Sanchez (2005) citado por Alarcón (2016), los pollos broiler son aves (macho y hembra) caracterizados con una alta velocidad de crecimiento, buena capacidad de transformar un kilogramo de alimento a kilogramo de carne en menos tiempo, alto rendimiento de la canal y pechuga. Para obtener estos resultados, ha sido importante las mejoras genéticas realizadas en las últimas

décadas (cuadro 1), es así que se han logrado líneas más eficaces, por otro lado, es necesario que se brinde un buen ambiente con una dieta, agua y manejo sanitario de calidad (Cajas, 2015, citado por Carrascal, 2017).

Cuadro 1. Evolución del pollo de engorde desde 1925 hasta 2015.

Evolución del pollo de engorde (1925-2015)					
Año	Peso (kg)	Días	Conversión Alimenticia	Ganancia g/día	Mortalidad (%)
1925	1.035	112	4.70	9.24	18
1935	1.180	98	4.40	12.04	14
1945	1.407	84	4.00	16.75	10
1955	1.498	70	3.00	21.40	7
1965	1.589	63	2.40	25.22	6
1975	1.679	56	2.10	30.00	5
1985	1.906	49	2.00	38.91	5
1995	2.008	45	1.90	46.41	5
2005	2.451	44	1.80	55.72	4.2
2015	2.769	40	1.67	69.24	3.3

Adaptado de Nilipour (2017).

2.1.2. Línea “Broiler”- Cobb 500

Según, Abad (2008), estas aves se caracterizan por tener el plumaje de color blanco, rusticidad, adaptabilidad climática, buena viabilidad y conversión alimenticia (figura 1); además, hoy en día es la línea más producida en el Perú seguido por la línea Ross 308.

Los Cobb 500 son de piel amarilla, con la despigmentación se puede visualizar de color blanco o crema, por otro lado, el sexaje se puede realizar en el primer día de vida de las aves, esto se hacía identificando las plumas primarias y secundarias, siendo las hembras las más emplumadas y los machos con poco

plumaje, ya que su crecimiento es más lento (Morris, 2015 citado por Galan y Nizama, 2019).

Adicionalmente, en la Guía de Manejo de Reproductoras Cobb (2008), citado por Pita (2019), menciona que esta línea se caracteriza por su precocidad, nerviosismo, susceptibilidad a altas temperaturas y buen rendimiento de pechuga. Mundialmente, logra los costos más bajos respecto a la producción, debiéndose exclusivamente a su buena conversión alimenticia y elevada tasa de crecimiento.



Figura 1. Línea Cobb 500.

Fuente: Cobb, guía de manejo del pollo de engorda (2012).

2.1.3. Fisiología digestiva del pollo “broiler”

El aparato digestivo de las aves es totalmente diferente a otras especies, e incluso existe diferencias con el sistema de otros monogástricos, especialmente en el tamaño, ya que este depende del tipo de insumo con el cual se alimentan (Oliva, 2019).

El tracto digestivo de los pollos está conformado por el orofaringe, esófago, estómago, intestino delgado (duodeno, yeyuno e íleon), ciegos, colon y cloaca (figura 1); además, órganos como el hígado y el páncreas, cumplen funciones importantes en la asimilación de los nutrientes (McDonald et al., 2011).

Según, Trujillo et al. (2009), citado por Galan y Nizama (2019), este proceso empieza cuando el alimento es captado por el pico para luego ser pasado entero por esófago y llegar al buche, donde se almacena y pasa posteriormente al

estómago (acción enzimática), luego se encuentra la molleja (encargado de la trituración del alimento), a continuación, el quimo llega al intestino delgado (asimilación de nutrientes), posteriormente el quilo pasa al ciego (fermentación bacteriana) y finalmente los desechos del proceso digestivo son los que llegan al colon para luego ser expulsados por la cloaca.

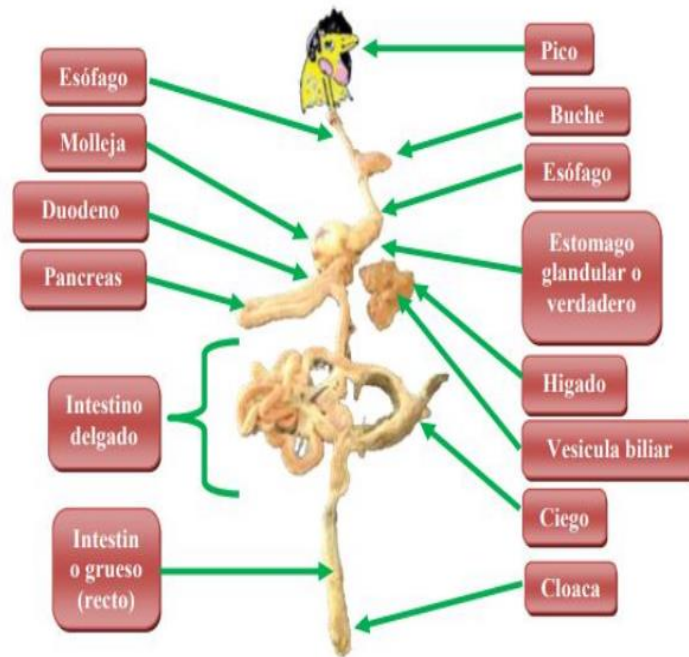


Figura 2. Tracto digestivo del pollo de engorde.

Fuente: Cobb, guía de manejo del pollo de engorda (2012).

2.1.4. Requerimiento nutricional del pollo Cobb 500

El pollo de engorde Cobb 500 ha pasado una serie de mejoramientos genéticos para obtener más peso en menos tiempo, esto conllevó a que sus requerimientos nutricionales sean más exigentes y que se adecuen al crecimiento relacionado a su edad, genotipo y factores ambientales (Cisneros, 2019).

Según Cobb (2012), citado por Pita (2019), los nutrientes requeridos para estas aves van disminuyendo conforme avanzan en edad (Cuadro 2), es por ello, que los criadores han visto necesario formular dietas para cada etapa productiva (inicio, crecimiento, acabado 1 y acabado 2) y tratando de acercarse a los requerimientos indicados para la línea genética.

Cuadro 2. Requerimientos nutricionales del Cobb 500

Requerimientos Nutricionales del Cobb 500					
Nutriente	Unidad	Inicio	Crecimiento	Acabado 1	Acabado 2
Proteína cruda	%	21-22	19-20	18-19	17-18
Energía metabolizable	kcal/kg	2975	3025	3100	3150
Lisina digestible	%	1.22	1.12	1.02	0.97
Metionina digestible	%	0.46	0.45	0.42	0.40
Met + Cis digestible	%	0.91	0.85	0.80	0.76
Triptófano digestible	%	0.20	0.18	0.18	0.17
Treonina digestible	%	0.83	0.73	0.66	0.63
Arginina digestible	%	1.28	1.18	1.07	1.02
Valina digestible	%	0.89	0.85	0.76	0.73
Isoleucina digestible	%	0.77	0.72	0.67	0.64
Calcio	%	0.90	0.84	0.76	0.76
Fósforo disponible	%	0.45	0.42	0.38	0.38
Sodio	%	0.16-0.23	0.16-0.23	0.16-0.23	0.16-0.23
Cloro	%	0.16-0.30	0.16-0.30	0.16-0.30	0.16-0.30
Potasio	%	0.60-0.95	0.60-0.95	0.60-0.95	0.60-0.95
Ácido linoleico	%	1.00	1.00	1.00	1.00

Adaptado de Broiler Performance & Nutrition Supplement (2018).

2.2. Síndrome ascítico en pollos “broiler”

Según, Rios (1995) citado por Pajares (2016), a nivel mundial el síndrome ascítico es conocido por diferentes nombres: edema de las alturas, edema aviar, hipertensión pulmonar, síndrome hipóxico; asimismo, se presenta en pollos que son expuestos a zonas elevadas y siendo un signo característico la acumulación de líquido abdominal. Estos pueden ser afectados desde el primer día de vida (especialmente los machos), siendo más marcado a partir a los 21, sin embargo, no son los únicos, también son afectados las gallinas, codornices, gallos de pelea, entre otras aves.

Sin embargo, Villanueva (1996) citado por Romero (2018), menciona que la ascitis no es una enfermedad, sino una condición, en la cual existe una patología del sistema circulatorio debido al aumento de la demanda de oxígeno, es por ello, que la muerte de las aves se produce por un edema pulmonar y congestión general.

Además, cuando existe zonas con una altitud superior a 2500 m.s.n.m. y temperaturas bajo los 15° C, favorecen la aparición de casos de ascitis en pollos engorde, causando mortandad y bajo rendimiento productivo; convirtiéndose así, en una es una de las principales causas de pérdidas económicas en la avicultura (Rodríguez y Piravique, 2017).

2.2.1. Etiología

Según, Cortés et al. (2006), la ascitis se presenta con más frecuencia en temporadas frías, en galpones muy confinados donde no hay mucha oxigenación y ventilación o en zonas de altitud con una presión menor de oxígeno.

Por otro lado, López et al. (1991), citado por Paguay y Parra (2016), reportan que esta condición está relacionada directamente con el mejoramiento genético (crecimiento acelerado), el cual, si es favorable para la rentabilidad económica en la avicultura, pero, también es factor para la aparición de enfermedades metabólicas como la ascitis, ya que, genera una mayor demanda de oxígeno para estas aves; por eso, cuando estos son llevados a zonas de elevada altitud se produce una presión pulmonar debido a la hipoxia. Es así que, criar pollos de engorde en zonas que superen los 2000 m.s.n.m significa una gran probabilidad de que se dé casos de ascitis en el lote de crianza.

Sin embargo, ambos autores indican que inicialmente la etiología ha tenido diagnósticos e interpretaciones pocas certeras, debido a que existen otros factores influyentes en su aparición: ambientales, nutricionales, manejo, enfermedades (infecciosos y tóxicos) y físicos. (López et al., 1991 citado por Romero, 2018).

2.2.2. Fisiopatología

El síndrome ascítico se basa en la hipoxia causado por una baja presión de oxígeno característico de zonas de elevada altitud, conllevando así una descompensación del tipo metabólica (Villanueva,1996 citado por Romero, 2018).

Debido a la hipoxia, existe una menor cantidad de oxígeno en los tejidos, esto provoca a su vez un aumento del hematocrito haciendo que la sangre se vuelve más densa, entonces el corazón hace un mayor esfuerzo en su trabajo (hipertrofia derecha), debido a esto se provoca también un edema pulmonar (incapacidad del intercambio gaseoso). A la larga se impide el retorno venoso, reiterando una falla en el lado derecho del corazón (aumenta de la presión hidrostática), los órganos se llegan a congestionar, se produce una extravasación y edema, que finalmente conlleva la ascitis y la muerte del animal (López et al., 1991 citado por Pajares, 2016).

2.2.3. Signos

Las aves con síndrome ascítico se vuelven inapetentes, deprimidas, tienen el abdomen ligeramente abultado (líquido acumulado), e incluso llegan a morir a pesar de haber tenido una buena salud; además puede ser causa de decomiso en los centros de beneficio (Aza, 2000).

Además, Callis et al. (1991), citado por (Aza, 2000), menciona que estas aves tienen dificultad para caminar, cresta y barbillas cianóticas, e igualmente se observa un abdomen blando debido a la acumulación de líquido abdominal, el cual, es amarillo y a veces se presenta con coágulos de fibrina.

Sin embargo, muchas aves mueren sin llegar a tener líquido acumulado en la cavidad abdominal y, generalmente se da en las primeras semanas de vida; por otro lado, los problemas hepáticos en pollos de engorde agravan la situación de la ascitis, siendo afectados desde las tres primeras semanas (Stuart, 1991 citado por Peña, 2019).

2.2.4. Lesiones macroscópicas

Según, Navas y Maldonado (2009), lo que comúnmente se encuentra en un pollo de pie, es el abdomen blando, indicador de una acumulación de líquido que bien puede ser de color amarillo o claro (consistencia gelatinosa), llegando a extenderse hasta cubrir el hígado y otros órganos. Por el contrario, si el animal ha muerto, se procederá a su necropsia donde se observará una congestión general, edema subcutáneo y otros hallazgos macroscópicos (cuadro 3).

Cuadro 3. Lesiones macroscópicas en pollos con síndrome ascítico.

Lesiones macroscópicas en pollos con síndrome ascítico	
Órganos	Descripción
Corazón	<ul style="list-style-type: none"> - Dilatación del ventrículo derecho - Petequias en el miocardio - Flacidez de la pared muscular
Pulmones	<ul style="list-style-type: none"> - Edematizado - Color: palidez, grises y rojizas
Hígado	<ul style="list-style-type: none"> - Hepatomegalia (bordes redondeados) - Grisáceos y duros al tacto.
Riñones	<ul style="list-style-type: none"> - Aumentados de tamaño (congestión)
Intestino delgado	<ul style="list-style-type: none"> - Congestionados - Sin contenido

Adaptado de Navas y Maldonado (2009).

2.2.5. Diagnóstico

Según, López et al. (1991), citado por Pajares (2016), el diagnóstico diferencial se hace a través del uso del historial clínico, pruebas de laboratorio y en caso de haber animales muertos se procede a realizar una necropsia, por otro lado, es importante realizar la secuencia de los sucesos de la enfermedad para saber la causa inicial.

En un examen post mortem se observará: externamente, el pecho con áreas blanquecinas y rojizas, lo que indica una muerte por ahogamiento; internamente, se observará a los pulmones edematizados y lesionados, la vesícula de color amarillo e indicios de que el animal sufrió un infarto (Stuart, 1991, citado por Peña, 2019).

2.2.6. Prevención y control

Una medida para controlar la incidencia del síndrome ascítico está relacionada con la granulometría y consistencia del alimento que se brinda a los pollos, se dice que la harina es mucho mejor que los granos para reducir los casos de ascitis (Cortes et al., 2006).

Según Urbaityte (2009), citado por Paguay y Parra (2016), la causa principal de la ascitis es la genética, por ende, sería muy eficiente realizar cambios en la dieta como la disminución de unos nutrientes para controlar los problemas metabólicos que esto conlleva.

Coleman (1992), citado por Pajares (2016), sostiene que otra medida sería a través de la disminución de proteína en la dieta o disminuyendo el consumo de alimento, sin embargo, esto a su vez provoca una desuniformidad en el lote de crianza.

2.3. Definición de proteína ideal

Según Emmert y Baker (1997), citado por Cisneros (2019), define a la proteína ideal como la cantidad necesaria de aminoácidos que necesita el animal para realizar sus actividades tanto fisiológicas como productivas. Asimismo, las dietas que son formuladas a base de proteína ideal buscan cumplir el requerimiento de aminoácidos esenciales requeridos por el animal, sin excesos, lo necesario para tener un buen performance productivo.

Mitchell (1964), citado por Cisneros (2019), menciona que la dieta a base de proteína ideal realiza el mantenimiento y crecimiento del animal, ya que

mejora la digestión y el metabolismo, además, mantiene la relación entre retención y consumo de la proteína haciendo que la excreción de nitrógeno en el ambiente sea mínima.

Sin embargo, aun conociendo las ventajas de formular en base a los aminoácidos digestibles, debido a su desconocimiento no se aprovechó hasta mucho tiempo después. El aminoácido más indispensable para la formulación es la lisina, esto se debe a que es el segundo limitante en las aves, tiene disponibilidad y ayuda en la obtención de proteína corporal (Castillo, 2015).

2.4. Sulfato ferroso

Según, Pajares (2016), el sulfato ferroso es un polvo cristalino de color verde, amarillo o blanco, se utiliza como aditivo alimentario, para tratamiento de aguas y como fertilizante. Este componente tiene propiedades terapéuticas ya que contiene hierro (Fe), el cual, es esencial para la formación de la hemoglobina, mioglobina y es cofactor del citocromo (enzimas).

Además, ayuda en el proceso de la eritropoyesis y es un facilitador del transporte de oxígeno en la sangre hacia los tejidos. Por otro lado, este compuesto es indispensable para realizar el metabolismo de las catecolaminas y el funcionamiento correcto de los neutrófilos (Pajares, 2016).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de investigación

El trabajo se realizó en el distrito de Huamachuco, provincia de Sánchez Carrión, departamento de La Libertad, teniendo como coordenadas geográficas: Latitud: $-7,81583^{\circ}$, Longitud: $-78,0489^{\circ}$, $7^{\circ} 48' 57''$ Sur, $78^{\circ} 2' 56''$ Oeste; y una altitud de 3180 m. s. n. m. Las estaciones son: verano, que caracteriza por ser fresco y nublado; e invierno, por corto, frío y seco. La temperatura varía desde 2° C a 15° C. La temporada de lluvia dura en promedio 7 meses, desde setiembre hasta mayo, siendo marzo es el mes con más precipitaciones.

3.2. Instalaciones

Se utilizó un galpón para pollos, construido con postes de madera, los laterales cubiertos con triplay y mantas arpilleras, para el techo se empleó calaminas; además, esta área fue seccionada en pequeños corrales por mallas de pescador (1.0 m^2) y la cama preparada con viruta de madera (10 a 15 cm de espesor). Se realizó la limpieza y desinfección antes de la recepción de los pollitos.

3.3. Animales

Se destinaron para la investigación 96 pollos BB (machos y hembras) de la línea Cobb 500 de un día de nacidos, estos fueron criados bajo el sistema tradicional en piso, el cual, constó en 4 fases: inicio (1-7 días), crecimiento (8-21 días), acabado 1 (22-33 días) y acabado 2 (34-42 días). Además, fueron evaluados al culminar cada fase de producción.

3.4. Alimentación

Las dietas fueron formuladas según los requerimientos nutricionales de las aves en cada fase de crianza (Inicio, Crecimiento, Acabado I y Acabado II), y bajo las recomendaciones del manual de manejo para pollos Cobb 500 (Cobb Vantres, 2018). Las cuales, se observan en los cuadros 4, 5, 6 y 7. Asimismo, fueron brindadas a las aves durante todo el proceso de experimentación, donde el consumo fue *ad libitum*. Por otro lado, la adición de sulfato ferroso en agua de bebida fue en dosis de 0.4 mg/ave/día durante toda la experimentación.

Cuadro 4. Composición nutricional y porcentual de las dietas para pollos Cobb 500 durante la etapa de Inicio (0-7 días).

Ingredientes		Nivel de proteína en la dieta (%) ¹	
		21	20
Maíz Nacional	%	59.400	43.390
Torta de soya, 45	%	27.630	0.000
Soya integral, 37	%	8.650	43.380
Carbonato de calcio	%	0.730	0.760
Fosfato, Phosbic	%	1.940	1.940
Sal	%	0.270	0.360
Lisina HCl	%	0.280	0.320
Metionina	%	0.330	0.380
Treonina	%	0.110	0.150
Valina	%	0.010	0.050
Premezcla Proapak	%	0.100	0.100
Cloruro de colina	%	0.080	0.080
Bicarbonato de sodio	%	0.140	0.000
Promotor BMD	%	0.080	0.080
Antifúngico, fungiban	%	0.100	0.100
Secuestrante	%	0.100	0.100
Coccidiostato, Salinopro	%	0.050	0.050
Inerte (arena)	%	0.000	8.750
Valor nutricional			
EM	kcal/kg	2975.00	2975.00
Lis digestible	%	1.22	1.22
Met+ Cis digestible	%	0.91	0.91
Trp digestible	%	0.23	0.23
Tre digestible	%	0.83	0.83
Calcio	%	0.91	0.90
P disponible	%	0.45	0.45
Na	%	0.16	0.16
Cl	%	0.30	0.34
K	%	0.84	0.89

¹Composición de ingredientes y valor nutricional de la dieta según Cobb Vantres (2018).

Cuadro 5. Composición nutricional y porcentual de las dietas para pollos Cobb 500 durante la etapa de Crecimiento (8-21 días).

Ingredientes	Uso	Nivel de proteína en la dieta (%) ¹	
		19.5	18.5
Maíz Nacional	%	63.130	50.400
Torta de soya, 45	%	22.990	0.000
Soya integral, 37	%	9.410	37.710
Carbonato de calcio	%	0.670	0.720
Fosfato, Phosbic	%	1.810	1.810
Sal	%	0.370	0.360
Lisina HCl	%	0.270	0.320
Metionina	%	0.300	0.350
Treonina	%	0.060	0.090
Valina	%	0.030	0.080
Premezcla Proapak	%	0.100	0.100
Cloruro de colina	%	0.080	0.080
Promotor BMD	%	0.080	0.080
Antifúngico, fungiban	%	0.100	0.100
Secuestrante	%	0.100	0.100
Coccidiostato, Salinopro	%	0.050	0.500
Inerte	%	0.000	7.200
Valor nutricional			
EM	kcal/kg	3025.00	3025.00
Lis digestible	%	1.12	1.12
Met digestible	%	0.58	0.60
Met+ Cis digestible	%	0.85	0.85
Trp digestible	%	0.21	0.21
Tre digestible	%	0.73	0.73
Calcio	%	0.84	0.84
P disponible	%	0.42	0.42
Na	%	0.16	0.16
Cl	%	0.36	0.35
K	%	0.78	0.81

¹Composición de ingredientes y valor nutricional de la dieta según Cobb Vantres (2018).

Cuadro 6. Composición nutricional y porcentual de las dietas para pollos Cobb 500 durante la etapa de Acabado 1 (22-33 días).

Ingredientes	Uso	Nivel de proteína en la dieta (%) ¹	
		18	17
Maíz Nacional	%	67.170	58.330
Torta de soya, 45	%	17.440	0.000
Soya integral, 37	%	11.180	31.820
Carbonato de calcio	%	0.650	0.670
Fosfato, Phosbic	%	1.630	1.640
Sal	%	0.370	0.360
Lisina HCl	%	0.270	0.330
Metionina	%	0.280	0.320
Treonina	%	0.040	0.070
Valina	%	0.010	0.050
Premezcla Proapak	%	0.100	0.100
Cloruro de colina	%	0.080	0.080
Promotor BMD	%	0.080	0.080
Antifúngico, fungiban	%	0.100	0.100
Secuestrante	%	0.100	0.100
Coccidiostato, Salinopro	%	0.500	0.500
Inerte	%	0.000	5.450
Valor nutricional			
EM	kcal/kg	3100.00	3100.00
Lis digestible	%	1.02	1.02
Met digestible	%	0.54	0.56
Met+ Cis digestible	%	0.80	0.80
Trp digestible	%	0.19	0.18
Tre digestible	%	0.66	0.66
Calcio	%	0.77	0.76
P disponible	%	0.38	0.38
Na	%	0.16	0.16
Cl	%	0.36	0.36
K	%	0.73	0.73

¹Composición de ingredientes y valor nutricional de la dieta según Cobb Vantres (2018).

Cuadro 7. Composición nutricional y porcentual de las dietas para pollos Cobb 500 durante la etapa de Acabado 2 (34-42 días).

Ingredientes	Uso	Nivel de proteína en la dieta (%) ¹	
		17	16
Maíz Nacional	%	67.440	63.630
Torta de soya, 45	%	6.790	0.000
Soya integral, 37	%	21.400	27.890
Carbonato de calcio	%	0.680	0.670
Fosfato, Phosbic	%	1.640	1.660
Sal	%	0.470	0.370
Lisina HCl	%	0.290	0.350
Metionina	%	0.270	0.300
Treonina	%	0.040	0.070
Valina	%	0.020	0.060
Premezcla Proapak	%	0.100	0.100
Cloruro de colina	%	0.080	0.080
Promotor BMD	%	0.080	0.080
Antifúngico, fungiban	%	0.100	0.100
Secuestrante	%	0.100	0.100
Coccidiostato, Salinopro	%	0.500	0.500
Inerte	%	0.000	4.040
Valor nutricional			
EM	kcal/kg	3215.49	3150.00
Lis digestible	%	0.97	0.97
Met digestible	%	0.52	0.53
Met+ Cis digestible	%	0.76	0.76
Trp digestible	%	0.18	0.17
Tre digestible	%	0.63	0.63
Calcio	%	0.77	0.76
P disponible	%	0.38	0.38
Na	%	0.20	0.16
Cl	%	0.42	0.36
K	%	0.71	0.68

¹Composición de ingredientes y valor nutricional de la dieta según Cobb Vantres (2018).

3.5. Variable independiente

Factor A: Nivel de proteína en la dieta

Factor B: Sulfato ferroso

3.6. Tratamientos

Los tratamientos consistieron en dietas para pollos con niveles decrecientes de proteína, con adición y sin adición de sulfato ferroso.

P1SF: Dieta con 21% de proteína y sin sulfato ferroso

P1CF: Dieta con 21% de proteína y sulfato ferroso

P2SF: Dieta con 20% de proteína y sin sulfato ferroso

P2CF: Dieta con 20% de proteína y sulfato ferroso

3.7. Variables dependientes

Ganancia de peso, g

Consumo de alimento, g

Conversión alimenticia

Mortalidad, %

Beneficio económico, S/.

Se evaluaron los parámetros de rentabilidad y beneficio neto de cada dieta, mediante la siguiente ecuación:

$$BN = PY - CV - CF$$

Donde:

BN= Beneficio neto en S/. por animal

P= Precio por kg de pollo (S/.)

Y= Peso final de cada pollo (kg)

CV= Costo variable por pollo (S/.)

CF= Costo fijo por pollo (S/.)

3.8. Análisis estadístico

Los pollos fueron distribuidos a través de un Diseño Completamente al Azar (DCA) en arreglo factorial 2x2 (Nivel de proteína y sulfato ferroso), con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, cada unidad experimental constó de 6 aves. Los resultados de estas variables fueron evaluados a través del análisis de varianza de regresión y los promedios comparados por la prueba de Tukey.

IV. RESULTADOS

4.1. Evaluación de índices productivos

No se encontró interacción significativa entre el nivel de proteína en la dieta y el uso de sulfato ferroso para ninguna de las variables, en ninguna de las fases evaluadas, por lo tanto, se muestra el análisis de los factores de manera independiente.

- Etapa de Inicio

En el cuadro 8, se observa los promedios de las variables productivas evaluadas de acuerdo a los factores: nivel de proteína (21 y 20%) y adición de sulfato ferroso en la dieta, donde se evidencian que el cambio de nivel de proteína o el uso de sulfato ferroso no influyeron de manera significativa ($P>0.05$).

Cuadro 8. Promedios de ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad en pollos, en la etapa de inicio (0 – 7 días).

Factores ¹	Ganancia de peso (g/d)	Consumo de alimento (g/d)	C.A	Mortalidad (%) ³
Nivel de proteína (%)				
21	24.62a	22.89 ^a	0.93a	--
20	24.61a	22.84 ^a	0.93a	--
Sulfato ferroso				
Sin	24.26a	22.87 ^a	0.94a	--
Con	24.98a	22.87 ^a	0.92a	--
SEM ²	0.76	0.40	0.04	

¹Para cada factor, letras iguales en la misma columna no muestran diferencias significativas ($P>0.05$), por la prueba de Tukey.

²SEM. Error estándar del promedio.

³Mortalidad: Sin datos recolectados.

- Crecimiento

En el cuadro 9, se observan los resultados promedio obtenidos en la etapa de crecimiento, en donde se evidencia que tanto los niveles de proteína (19.5 y 18.5 %) como el uso de sulfato ferroso en la dieta no influyeron significativamente ($P>0.05$) en las variables evaluadas durante la experimentación.

Asimismo, observamos que el grupo que recibió 19.5 % de proteína en la dieta, así como los que no recibieron sulfato ferroso mostraron mortalidad de 2.08 y 3.12 %, respectivamente.

Cuadro 9. Promedios de ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad en pollos, en etapa de crecimiento (8 – 21 días).

Factores ¹	Ganancia de peso (g/d)	Consumo de alimento (g/d)	C.A	Mortalidad (%)
Nivel de proteína (%)				
19.5	51.00a	66.33 ^a	1.30a	2.08
18.5	51.87a	66.38 ^a	1.28a	--
Sulfato ferroso				
Sin	51.70a	66.30 ^a	1.28a	--
Con	51.17a	66.40 ^a	1.30a	3.12
SEM ²	1.47	0.77	0.04	

¹Para cada factor, letras iguales en la misma columna no muestran diferencias significativas ($P>0.05$), por la prueba de Tukey.

²SEM. Error estándar del promedio.

- Acabado I

Los resultados promedio obtenidos en la etapa de Acabado I (Cuadro 10), en relación al efecto de nivel de proteína en la dieta (18 y 17 %) y adición de sulfato ferroso, mostraron valores similares sobre las variables evaluadas; con excepción de la ganancia de peso, en la cual el sulfato ferroso promovió mayor ganancia de peso ($P<0.05$).

Por otro lado, a las aves a las cuales no se les adicionó sulfato ferroso en el agua de bebida, mostraron un porcentaje de mortalidad de 2.08 %, independiente del nivel de proteína en la dieta.

Cuadro 10. Promedios de ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad en pollos, en etapa de Acabado I (22 – 33 días).

Factores ¹	Ganancia de peso (g/d)	Consumo de alimento (g/d)	C.A	Mortalidad (%)
Nivel de proteína (%)				
18	97.37a	146.18 ^a	1.50a	--
17	96.49a	146.35 ^a	1.52a	--
Sulfato ferroso				
Sin	96.00b	146.23 ^a	1.52a	--
Con	97.86a	146.30 ^a	1.50a	2.08
SEM ²	1.82	1.03	0.03	

¹Para cada factor, letras iguales en la misma columna no muestran diferencias significativas ($P>0.05$), por la prueba de Tukey.

²SEM. Error estándar del promedio.

- Acabado II

Se observa los promedios de las variables productivas: nivel de proteína (17 y 16 %) y adición de sulfato ferroso, en la etapa de Acabado II (cuadro 11), donde se evidencian que estas no tuvieron diferencia significativa ($P>0.05$) por la influencia de los factores evaluados.

Cuadro 11. Promedios de ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad en pollos, en etapa de Acabado II (34 – 42 días).

Factores ¹	Ganancia de peso (g/d)	Consumo de alimento (g/d)	C.A	Mortalidad (%)
Nivel de proteína (%)				
17	88.47a	188.82 ^a	2.14a	--
16	87.53a	188.84 ^a	2.16a	--
Sulfato ferroso				
Sin	88.02a	188.85 ^a	2.15a	--
Con	87.98a	188.81 ^a	2.15a	--
SEM ²	2.82	0.91	0.07	

¹Para cada factor, letras iguales en la misma columna no muestran diferencias significativas ($P > 0.05$), por la prueba de Tukey.

²SEM. Error estándar del promedio.

³Mortalidad: Sin datos colectados.

- Periodo Total

Los resultados promedio respecto a la etapa de producción en su totalidad (Cuadro 12), en relación a los factores: nivel de proteína en la dieta y adición de sulfato en la dieta; mostraron valores similares ($P > 0.05$) sobre las variables consumo de alimento (g/d) y conversión alimenticia (g/g). Por el contrario, al grupo de aves a las cuales se les brindó sulfato ferroso, este influyó estadísticamente ($P < 0.05$) en la ganancia de peso (g/d).

Adicionalmente, se evidenció que a los grupos de aves que tuvieron mayor nivel de proteína (2.08%) y a los cuales, no se les adicionó sulfato ferroso (4.08 %) mostraron casos de mortalidad; siendo este último, el que obtuvo mayor valor porcentual.

Cuadro 12. Promedios de ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad en pollos, en el periodo total (1 – 42 días).

Factores ¹	Ganancia de peso (g/d)	Consumo de alimento (g/d)	C.A	Mortalidad (%)
Nivel de proteína (%)				
21	66.56a	110.23 ^a	1.66a	2.08
20	66.42a	110.30 ^a	1.66a	--
Sulfato ferroso				
Sin	66.28b	110.24 ^a	1.66a	--
Con	66.70a	110.29 ^a	1.65a	4.80
SEM ²	0.40	0.53	0.01	

¹Para cada factor, letras iguales en la misma columna no muestran diferencias significativas (P>0.05), por la prueba de Tukey.

²SEM. Error estándar del promedio.

4.2. Evaluación económica

En el cuadro 13, se muestra la rentabilidad económica obtenida durante la crianza de pollos Cobb 500 sometidos a ambientes de altura (1-42 días), alimentados con las diferentes dietas formuladas para cada etapa productiva y con o sin la adición de sulfato ferroso. Para ello, se ha tomado en cuenta los egresos e ingresos por ave, beneficio y rentabilidad económica. Asimismo, se evidencia que la mayor rentabilidad económica la obtuvo el tratamiento P2SF (Dieta con 20 % de proteína y sin adición de sulfato ferroso) con un 97.14 %.

Cuadro 13. Evaluación económica de la crianza de pollos Cobb 500 (1-42 días) con los diferentes tratamientos aplicados durante la experimentación.

	Tratamientos ¹			
	P1SF	P1CF	P2SF	P2CF
Egresos por ave				
Precio de ave al día 1 (S/)	1,50	1,50	1,50	1,50
Costo de alimentación por ave (S/)	6,14	6,20	6,08	6,14
Otros gastos (20%) * (S/)	1,54	1,55	1,52	1,54
Costo total del ave (S/)	9,18	9,25	9,10	9,18
Ingresos por ave				
Peso final (kg)	2,76	2,78	2,76	2,77
Precio de venta/kg de peso vivo (S/)	6,50	6,50	6,50	6,50
Ingreso total del ave (S/)	17,94	18,07	17,94	18,01
Beneficio (S/)	8,77	8,82	8,84	8,83
Rentabilidad (%)	95,53	95,35	97,14	96,24

*Se considera que la alimentación abarca el 80 % del costo total.

¹ Tratamientos: P1SF (Dieta con 21% de proteína y sin sulfato ferroso); P1CF (Dieta con 21% de proteína y con sulfato ferroso); P2SF (Dieta con 20% de proteína y sin sulfato ferroso); P2CF (Dieta con 20% de proteína y con sulfato ferroso).

Por otro lado, en el cuadro 14, se evidencia la evaluación económica de los factores evaluados de manera independiente, en el cual, se observa que la dieta con el menor nivel de proteína en la dieta mostró mejor rentabilidad económica (96.69%), de igual manera, la dieta sin adición sulfato ferroso (96.33%).

Cuadro 14. Evaluación económica de la crianza de pollos Cobb 500 (1-42 días) por factores independientes.

Factores	Nivel de proteína (%) ¹		Uso de sulfato (%)	
	P1	P2	Con	Sin
Rentabilidad (%)	95.44	96.69	95.80	96.33
Beneficio (S/)	8.80	8.84	8.82	8.80

¹Nivel de proteína: P1 (Dieta con 21% de proteína); P2 (Dieta con 20% de proteína).

V. DISCUSIÓN

Los resultados encontrados durante la experimentación señalan que los factores evaluados (ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad) no fueron influenciados estadísticamente ($P > 0.05$) por el nivel de proteína en la dieta, pero sí, por la adición de sulfato ferroso. Esto se observa en los cuadros 10 y 12, donde se evidencia que hubo un efecto positivo ($P < 0.05$) respecto a la ganancia de peso en la etapa de Acabado 1 y periodo total. Estos hallazgos coinciden con los que reportó Pajares (2016), el cual, obtuvo diferencias altamente significativas con los tratamientos T3 (machos con sulfato) y T4 (hembras con sulfato ferroso).

Por otro lado, al evaluar los resultados de los parámetros productivos (consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia) durante el periodo total de nuestra experimentación, estos difieren con los establecidos por el manual para pollos de engorde de la línea Cobb 500 (Cobb Vantres, 2018). Esto podría deberse a la afectación del metabolismo de los pollos al someterlos a un ambiente de altura diferente al que se indica en el manual. Es así, que la actividad metabólica de las aves es puesta en desafío provocando un mayor desgaste del sistema cardiovascular debido al aumento de la demanda de oxígeno, conllevando al cúmulo de líquido libre en abdomen y finalmente, con la muerte del animal (Romero, 2018).

En cuanto a la mortalidad, los mayores índices se presentaron en la etapa de crecimiento (5.20%), seguido de la etapa de Acabado I (2.08%), las cuales se muestran en el cuadro 8 y 9. En esta parte, es importante resaltar, que estos valores pertenecieron al grupo de aves a las cuales no se les brindó sulfato ferroso, representando un 4.80% de la mortalidad total evaluada en el periodo, mientras que, al grupo al que se le administró sulfato ferroso durante toda la experimentación obtuvo solo un 2.08%. De esta manera, podemos indicar que el sulfato ferroso ayuda favorablemente en el control del síndrome ascítico. Asimismo; Pajares

(2016), encontró valores similares respecto a la mortalidad ($P>0.05$), pues, a los tratamientos T3 (machos con sulfato) y T4 (hembras con sulfato ferroso), independientemente del sexo, mostraron menos incidencia de casos.

Es así, como coincidimos con los hallazgos realizado por Castillo (2015), los cuales evidencian el efecto positivo del sulfato ferroso como aditivo en la alimentación de pollos de engorde, pues, esto se debe a su actividad como facilitador de transporte de oxígeno en la sangre hacia los tejidos favoreciendo a una mejor adaptabilidad de las aves en ambientes de altura.

Por el contrario, otro estudio realizado por Mamani (2017), en el cual, uso como aditivo la digoxina en diferentes niveles de inclusión en la dieta de aves, aunque evidenció disminuir la mortalidad por síndrome ascítico, estos valores aun fueron superiores a los hallados por Pajares (2016); 13 y 8% respectivamente; esto se asume que podría deberse a que las aves en ambos estudios estuvieron sometidas a diferentes niveles de altura y de allí la diferencia en los resultados.

Finalmente, respecto a la evaluación económica realizada a los diferentes tratamientos (cuadro 13 y 14), se muestra que a las aves que se brindó el menor nivel de proteína en la dieta durante toda la experimentación mostró la mejor rentabilidad económica independiente de si se le añadiese o no el sulfato ferroso. Asimismo, Pajares (2019) obtuvo resultados parecidos, en el cual, evaluó tres diferentes niveles de restricción de proteína (5,10 y 15%), siendo el tratamiento con el nivel más bajo de proteína en la dieta el que obtuvo la mejor rentabilidad económica.

VI. CONCLUSIONES

- El uso de sulfato ferroso en las dietas de pollos de engorde criados en ambientes de altura genera mayores ganancias de peso durante las etapas de Acabado I y periodo total; y disminuye la mortalidad por síndrome ascítico.
- Las dietas con el menor nivel de proteína en dieta tuvieron la mejor rentabilidad económica independientemente de la adición de sulfato ferroso.
- El nivel de proteína en la dieta no afecta las variables productivas evaluadas.

VII. RECOMENDACIONES

Adicionar sulfato ferroso en las dietas de pollos de engorde sometidos a ambientes de altura en la etapa de Acabado I.

Realizar más proyectos de investigación donde se adicione niveles más altos de sulfato ferroso en las dietas de pollos de engorde criados en ambientes de altura.

Evaluar el efecto de sulfato ferroso en pollos de engorde sometidos a otros niveles de altura.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Abad, J. 2008. Rendimiento productivo y económico del engorde intensivo de pollos broiler de las líneas Ross y Cobb en Huancayo. Tesis Ing. Zootecnista. Huancayo, Perú. Universidad Nacional del Centro del Perú. 23 p.
- Ángulo, P., Falcón, N. 2012. Rol del Óxido Nítrico en la hipertrofia arteriolar pulmonar y ventricular cardiaca derecha en pollos a nivel del mar y expuestos a hipoxia de la altura. Rev In Vet Perú. 23(1): 1-12.
- Aza, J. (2000). Ascitis en pollo de engorda. Tesis Ing. Agrónomo. Coahuila, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 14 p.
- Carrascal, E. 2017. Huella hídrica del pollo de engorde en la costa de Lima. Tesis Ing. Ambiental. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 16 p.
- Castillo, H. 2015. Concepto de proteína ideal: Broilers. Tesis Ing. Zootecnista. Lima, Perú. Universidad Agraria La Molina. 18-19 p.
- Cortés, A., Estrada, A., Ávila, E. (2006). Productivity and ascites syndrome mortality in broilers fed mash or pellet diets. Técnica pecuaria en México. 44(2).
- Cisneros, E. (2019). Evaluación comparativa de cinco perfiles de proteína ideal y dos programas de alimentación en pollos de carne. Tesis Ing. Zootecnista. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 9 p.
- Del Pozo, W. 2018. Evaluación de indicadores productivos en ceba de dos líneas de machos broiler, bajo tres diferentes densidades en la zona de Babahoyo. Tesis. Ing. Agropecuario. Los Ríos, Ecuador. Universidad Técnica de Babahoyo. 5 p.
- Espinoza, E. 2013. Diseño y evaluación de tres programas alimenticios en la producción de pollos broiler Cobb 500, en el sitio San Roquito del Cantón Balsas. Tesis Médico Veterinario Zootecnista. Loja, Ecuador. Universidad Nacional de Loja. 5 p.

- Fonseca, D. 2018. Comportamiento productivo del pollo de engorde Cobb 500 en el distrito de Chimban, Chota, a 1611 m.s.n.m. Tesis Ing. Zootecnista. Cajamarca, Perú. Universidad Nacional de Cajamarca. 46-49 p.
- Galan, F., Nizama, B. Efecto de la suplementación de L-carnitina sobre el comportamiento productivo y perfil lipídico en pollos de carne. Tesis Médico Veterinario. Lambayeque, Perú. Universidad Pedro Ruiz Gallo. 20-25 p.
- Lau, J. 2011. Plan de Negocios para desarrollar el servicio integrado de crianza de pollos. Tesis Mg. Administración de empresas. Lima, Perú. Universidad de Ciencias Aplicadas. 1-3 p.
- Llaque, L. 2009. Innovación en la industria avícola peruana de broilers para mejorar los niveles de competitividad 1986-2006. Tesis Dr. Ciencias Administrativas. Lima, Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 11 p.
- Mamani, W. 2017. Evaluación de efecto del (Digoxina) para control del síndrome ascítico en pollos parrilleros (Ross - 308) en la etapa de crecimiento y acabado en la ciudad de El Alto. Tesis Ing. Agrónomo. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. 4-6 p.
- McDonald, P., Edwards, R., Greenhalgh, J., Morgan, C., Sinclair, L., & Wilkinson, R. (2011). *Nutrición Animal* (7^o ed.). España: Acribia.
- Ministerio De Agricultura Y Riego (MINAGRI). 2019. Boletín estadístico de producción y comercialización de productos avícolas del mes de diciembre. Dirección General De Políticas Agrarias. Perú. 6 p.
- Ministerio De Agricultura Y Riego (MINAGRI). 2020. Boletín estadístico de producción y comercialización de productos avícolas del mes de julio. Dirección General De Políticas Agrarias. Perú. 6 p.
- Molina. J., León. V. 2008. Estudio de Horarios. Balanceados y aditivos alimenticios para la reducción de ascitis en pollos broiler en las zonas de altura. Latacunga. Cotopaxi. Rumipamba 22(1): 160-161.
- Navas, S., Maldonado, R. 2009. Evaluación de las razas de pollos parrilleros Ross 308 y Cobb 500 en condiciones de altura. Tesis Ing. Agropecuario. Ibarra, Ecuador. Universidad Técnica del Norte. 6 p.

- Nilipour, A. 2017. Manejo inicial del pollito y su repercusión en los resultados productivos. Recuperado 25 de noviembre de 2020, de Avicultura website: <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/manejo-inicial-pollito-repercusion-t41532.htm>.
- Oliva, S. 2019. Comparación del uso de alcohólico de canela y simbiótico en la ganancia de peso vivo de pollos de engorde Cobb -500 – Pomalca – periodo octubre del 2018 – febrero 2019. Tesis Médico Veterinario. Lambayeque, Perú. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. 18-20 p.
- Paguay, C., Parra, C. 2016. Efecto de la restricción alimenticia cuantitativa y cualitativa sobre la productividad e incidencia de síndrome ascítico en pollos machos Cobb 500 a 2664 msnm. Tesis Médico Veterinario Zootecnista. Cuenca, Ecuador. Universidad de Cuenca. 13 p.
- Pajares, L. 2016. Efecto de la aplicación de sulfato ferroso para el control del síndrome ascítico en pollos de carne en la campiña de Cajamarca. Tesis Ing. Zootecnista. Cajamarca, Perú. Universidad Nacional de Cajamarca. 33 p.
- Peña, L. 2019. Evaluación de diferentes niveles de restricción proteica y energética para reducir el síndrome ascítico en pollos de carne, en zonas altas. Tesis Médico Veterinario zootecnista. Loja, Ecuador. Universidad Nacional de Loja. 6-8 p.
- Piravique, A., Rodríguez, E. 2017. Evaluación de la restricción alimenticia y su efecto en la ascitis aviar en dos líneas genéticas de pollos en la Sabana de Bogotá. Tesis Ing. Zootecnista. Bogotá D.C, Colombia. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. 1 p.
- Pita, M. 2019. Evaluación de los parámetros productivos de los pollos Cobb 500 con dos balanceados comerciales. Tesis Médico Veterinario. Cantón Bolívar, Ecuador. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. 8-10 p.
- Ramos, E. 2010. Periodo de la Temperatura artificial y presentación de alimento en pollos Broiler. Tesis Ing. Zootecnista. Huancayo, Perú. Universidad Nacional del Centro del Perú. 35 p.

- Romero, Y. 2018. Efecto de la restricción alimenticia cualitativa sobre el síndrome ascítico en broiler criados en la altura. Tesis Médico Veterinario y Zootecnista. Loja, Ecuador. Universidad Nacional de Loja. 10 p.
- Salazar, J., Sulca, A., Villacorta, J., Villena, E. 2019. Crianza y comercialización de pollos de engorde. Tesis Ing. Industrial y Administración de Empresas. Lima, Perú. Universidad San Ignacio de Loyola. 31-33 p.
- Silva, A. 2016. Consumo voluntario y rendimiento a la canal en pollos de engorde alimentados con residuos pos cosecha de *Theobroma cacao L.* Tesis Ing. Agropecuario. Ambato, Ecuador. Universidad Técnica de Ambato. 11 p.
- Suzaño, V. 2014. Evaluación del efecto de tres niveles de levadura (*saccharomyces cerevisiae*) Procreatin, en la ración pollos parrilleros de la línea Cobb – 500, en el municipio de Mecapaca provincia Murillo del departamento de La Paz. Tesis Ing. Agrónomo. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. 6 p.
- Vásquez, H. 2016. Efecto de un concentrado proteico en dietas de preinicio sobre respuesta productiva, inmunocompetencia y metabolismo energético de pollos de carne. Tesis Ing. Zootecnista. Lima, Perú. Universidad Agraria La Molina. 2 p.
- Vilcapoma, K. 2017. Evaluación productiva y económica del uso de tres niveles de harina de residuos de papa en la alimentación de pollos broilers en Huancayo. Tesis Ing. Zootecnista. Huancayo, Perú. Universidad Nacional del Centro del Perú. 13 p.
- Villacís, H. 2016. Efecto de la harina de Azolla (*Azolla caroliniana*), sobre los parámetros productivos en pollos Cobb 500. Tesis Médico Veterinario Zootecnista. Cevallos, Ecuador. Universidad Técnico de Ambato. 15 p.