

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA



TESIS

**EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ENERGÍA NETA Y ENERGÍA
METABOLIZABLE DE POLLOS DE CARNE (INICIO Y CRECIMIENTO)**

PRESENTADO POR:

Bach. WILBERT ASCONA CHIPA

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO ZOOTECNISTA.**

ASESORES:

**Ing. Zoot. Ph.D. JUAN ELMER MOSCOSO
MUÑOZ**

**Ing. Zoot. M.Sc. LIZ BEATRIZ CHINO
VELÁSQUEZ**

**Ing. Zoot. Dr. DUNKER ARTURO ÁLVAREZ
MEDINA**

CUSCO – PERÚ

2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ENERGÍA NETA Y ENERGÍA METABOLIZABLE DE POLLOS DE CARNE (INICIO Y CRECIMIENTO)

presentado por: WILBERT ASCONA CHIPA con DNI Nro.: 77022449

presentado por: con DNI Nro.:

para optar el título profesional/grado académico de INGENIERO ZOOTECNISTA

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 1 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 09 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 11 de MAYO de 2024

Firma

Post firma: JUAN ELMER MOSCOSO MUÑOZ

Nro. de DNI: 23940692

ORCID del Asesor: 0000-0001-5884-9718

ORCID 2º Asesor: 0000-0002-6322-7371

ORCID 3º Asesor: 0000-0002-7483-1697

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio: DNI: 23920988
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: oid : 27259 : 354089301

NOMBRE DEL TRABAJO

**TESIS POLLOS COBB 500 WILBERT ASC
ONA.pdf**

AUTOR

WILBERT ASCONA

RECUENTO DE PALABRAS

19489 Words

RECUENTO DE CARACTERES

104089 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

82 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

1.3MB

FECHA DE ENTREGA

May 11, 2024 8:03 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

May 11, 2024 8:05 AM GMT-5**● 9% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 9% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 4% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

DEDICATORIA

A mi padre celestial por permitirme culminar la etapa más importante de mi vida académica.

A mis padres Sixto y Victoria, quienes siempre me apoyaron, por haber creído en mí y por ser una guía y apoyo en cada paso que doy.

A mis hermanas Yolanda, Norma y Noemí, quienes han sido una gran fuente de inspiración, al demostrarme que, con dedicación, las metas siempre son alcanzables.

A la memoria de mis abuelos paternos y maternos.

A todas las personas que siempre me motivaron, a todos ellos.

Gracias.

Wilbert

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirme la vida, por guiarme en toda la dificultad y debilidad.

Gracias a mis asesores de tesis PhD. Juan Elmer Moscoso Muñoz y M.Sc. Liz Beatriz Chino Velásquez por su orientación, enseñanza y paciencia en el desarrollo del presente trabajo.

Gracias a mis padres y hermanas, por ser los primeros indicadores de nuestros objetivos, por confiar y creer, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado.

Al Laboratorio de Nutrición Animal, por el copatrocinio del presente estudio.

Deseo agradecer a mis compañeros y profesores que estuvieron conmigo durante mis estudios en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

A mis amigos con quienes compartí buenos momentos a quienes siempre me brindaron su apoyo, les agradezco mucho.

Finalmente, y no menos importante, agradecerme, por creer en mí, esforzarme y pensar que todo es posible.

Wilbert

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
GLOSARIO	xiv
RESUMEN	xv
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II.....	2
OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN.....	2
2.1. Objetivos.....	2
2.1.1. <i>Objetivo general</i>	2
2.1.2. <i>Objetivos específicos</i>	2
2.2. Justificación	3
CAPÍTULO III.....	4
MARCO TEÓRICO.....	4

3.1.	Antecedentes	4
3.2.	Bases Teóricas	5
3.2.1.	<i>Generalidades de Energía</i>	5
3.2.2.	<i>Partición de energía</i>	6
3.2.3.	<i>Requerimientos de Energía en Aves de Carne</i>	8
3.2.4.	<i>Energía metabolizable</i>	11
3.2.5.	<i>Métodos para determinar la Energía Metabolizable</i>	12
3.2.6.	<i>Producción de calor (PC)</i>	13
3.2.7.	<i>Incremento calórico (IC)</i>	14
3.2.8.	<i>Energía Neta</i>	15
3.2.9.	<i>Energía neta de mantenimiento</i>	17
3.2.10.	<i>Energía neta de producción</i>	18
3.2.11.	<i>Metodología para determinar la energía neta en pollos</i>	18
3.2.12.	<i>Nutrición en el Pollo de Engorde</i>	20
CAPÍTULO IV.....		22
MATERIALES Y MÉTODOS		22
4.1.	Ámbito del Estudio	22
4.1.1.	<i>Ubicación Política</i>	22

4.1.2.	<i>Ubicación geográfica</i>	22
4.2.	Materiales y equipos	22
4.2.1.	<i>Material biológico</i>	22
4.2.2.	<i>Materiales y equipos de campo</i>	23
4.2.3.	<i>Materiales y equipos de laboratorio</i>	23
4.3.	Desarrollo de la investigación.....	24
4.3.1.	<i>Instalaciones</i>	24
4.3.2.	<i>Preparación de dietas experimentales</i>	24
4.4.	Etapa experimental.....	28
4.4.1.	<i>Suministro de alimento</i>	28
4.4.2.	<i>Distribución de pollos en el estudio</i>	29
4.5.	Evaluación de parámetros	30
4.5.1.	<i>Peso vivo (P.V.)</i>	30
4.5.2.	<i>Consumo de alimento</i>	30
4.5.3.	<i>Ganancia de peso (G.P.)</i>	30
4.5.4.	<i>Conversión alimenticia (C.A.)</i>	30
4.5.5.	<i>Rendimiento de carcasa, pechuga, vísceras y grasa abdominal</i>	31
4.6.	Evaluación de composición corporal de pollos en laboratorio	31

4.7.	Secado de las muestras de pollo.....	31
4.7.1.	<i>Determinación en el laboratorio.....</i>	31
4.7.2.	<i>Determinación de Materia Seca.....</i>	32
4.7.3.	<i>Determinación de energía bruta</i>	32
4.7.4.	<i>Materia orgánica.....</i>	32
4.8.	Determinación de energía retenida (ER).....	32
4.9.	Análisis económico.....	33
4.10.	Diseño estadístico.....	33
CAPÍTULO V.....		35
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....		35
5.1.	Evaluación de los Parámetros productivos	35
5.1.1.	<i>Peso vivo</i>	35
5.1.2.	<i>Consumo de alimento</i>	36
5.1.3.	<i>Consumo de Alimento por Etapa</i>	37
5.1.4.	<i>Ganancia de peso</i>	38
5.1.5.	<i>Ganancia de peso por etapa.....</i>	39
5.1.6.	<i>Evaluar la conversión alimenticia</i>	40
5.1.7.	<i>Conversión alimenticia por etapa</i>	41

5.1.8. Rendimiento de carcasa, pechuga, vísceras y grasa abdominal.....	42
5.2. Determinación de energía retenida en la bomba calorimétrica.....	43
5.3. Evaluación económica de alimentación con los dos sistemas de energía.....	44
CAPÍTULO VI.....	46
CONCLUSIONES	46
CAPITULO VII	47
RECOMENDACIONES.....	47
BIBLIOGRAFÍA	48
ANEXOS	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Necesidades Nutricionales para Pollo de Engorde como porcentaje o Unidades por kg de Dieta (90 % M. S.)</i>	10
Tabla 2. <i>Ingredientes de la Dieta Experimental de la Etapa de Inicio</i>	25
Tabla 3. <i>Composición Nutricional de la Dieta Experimental de la Etapa de Inicio</i>	26
Tabla 4. <i>Ingredientes de la Dieta Experimental de la Etapa de Crecimiento</i>	27
Tabla 5. <i>Composición Nutricional de la Dieta Experimental de la Etapa de Crecimiento</i>	28
Tabla 6. <i>Distribución de pollos cobb 500 en el estudio</i>	29
Tabla 7. <i>Peso Vivo de Pollos con Diferentes Niveles de Energía de Acuerdo a la Edad (g) por Pollo.</i>	36
Tabla 8. <i>Consumo de Alimentos Semanal Promedio por Tratamiento (g) por Pollo</i>	37
Tabla 9. <i>Consumo de Alimento de Pollos con Diferentes Niveles de Energía de Acuerdo a Etapas de Inicio y Crecimiento (g/pollo)</i>	38
Tabla 10. <i>Ganancia de Peso de los Pollos con Diferentes Niveles de Energía de Acuerdo a la Edad (g).</i>	39
Tabla 11. <i>Ganancia de Peso de Pollo Cobb 500 con Diferentes Niveles de Energía de Acuerdo a Etapas de Inicio y Crecimiento (g).</i>	40
Tabla 12. <i>Conversión Alimenticia de los Pollos con Diferentes Niveles de Energía de Acuerdo a la Edad (g).</i>	41
Tabla 13 <i>Conversión alimenticia de pollos con diferentes niveles de energía de acuerdo a etapas de Inicio y Crecimiento (g).</i>	42
Tabla 14. <i>Rendimiento de Peso de Carcasa, Peso de Pechuga, Peso de Vísceras y Peso de Grasa Abdominal de Pollos con Diferentes Niveles de Energía.</i>	43
Tabla 15 <i>Determinación de energía retenida en la bomba calorimétrica</i>	44
Tabla 16. <i>Evaluación Económica por Tratamiento</i>	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Partición de energía ingerida en el ave</i>	8
Figura 2 <i>Pollos machos de la línea Cobb 500, de un día de edad</i>	29

INDICE DE ANEXO

Anexo 1: Instalaciones.....	51
Anexo 2: Análisis de varianza peso vivo, 7 días, g	51
Anexo 3: Comparación de medias de peso vivo por prueba de Tukey a los 7 días.....	52
Anexo 4: Análisis de varianza peso vivo, 14 días, g.	52
Anexo 5: Comparación de medias de peso vivo por prueba de Tukey de 14 días.	52
Anexo 6: Análisis de Varianza peso vivo, 21 días, g	52
Anexo 7: Comparación de medias de peso vivo por prueba de Tukey de 21 días.	52
Anexo 8: Análisis de Varianza peso vivo, 28 días, g.	53
Anexo 9: Comparación de medias de peso vivo por prueba de Tukey de 28 días.	53
Anexo 10: Análisis de Varianza de peso vivo, 35 días, g	53
Anexo 11: Comparación de medias de peso vivo por prueba de Tukey de 28 días.	53
Anexo 12: Análisis de Varianza del consumo de alimento, 14 días, g.	53
Anexo 13: Comparación de medias del consumo de alimento por prueba de Tukey de 14 días.	54
Anexo 14: Análisis de Varianza del consumo de alimento, 21 días, g.	54
Anexo 15: Comparación de medias del consumo de alimento por prueba de Tukey de 21 días	54
Anexo 16: Análisis de varianza del consumo de alimento, 28 días, g.....	54
Anexo 17: Comparación de medias del consumo de alimento por prueba de Tukey de 28 días.	54
Anexo 18: Análisis de varianza del consumo de alimento, 35 días, g.....	55
Anexo 19: Comparación de medias del consumo de alimento por prueba de Tukey de 35 días.	55
Anexo 20: Análisis de varianza del consumo de alimento, etapa de inicio, g.	55
Anexo 21: Comparación de medias del consumo de alimento por prueba de Tukey de la etapa de inicio.	55
Anexo 22: Análisis de varianza del consumo de alimento, etapa de crecimiento, g.	55
Anexo 23: Comparación de medias del consumo de alimento por prueba de Tukey de la etapa de Crecimiento.	56
Anexo 24: Análisis de varianza del consumo de alimento, total de evaluación, g.	56
Anexo 25: Comparación de medias del consumo total de alimento por prueba de Tukey.....	56

Anexo 26: <i>Análisis de varianza de ganancia de peso, 14 días, g</i>	56
Anexo 27: <i>Comparación de medias de ganancia de peso por prueba de Tukey de 14 días</i>	56
Anexo 28: <i>Análisis de varianza de ganancia de peso, 21 días, g</i>	57
Anexo 29: <i>Comparación de medias de ganancia de peso por prueba de Tukey de 21 días</i>	57
Anexo 30: <i>Análisis de varianza de ganancia de peso, 28 días, g</i>	57
Anexo 31: <i>Comparación de medias de ganancia de peso por prueba de Tukey de 28 días</i>	57
Anexo 32: <i>Análisis de varianza de ganancia de peso, 35 días, g</i>	57
Anexo 33: <i>Comparación de medias de ganancia de peso por prueba de Tukey de 35 días</i>	58
Anexo 34: <i>Análisis de varianza de ganancia de peso, etapa de inicio, g</i>	58
Anexo 35: <i>Comparación de medias de ganancia de peso por prueba de Tukey de la etapa de Inicio</i>	58
Anexo 36: <i>Análisis de varianza de ganancia de peso, etapa de crecimiento, g</i>	58
Anexo 37: <i>Comparación de medias de ganancia de peso por prueba de Tukey de la etapa de Crecimiento</i>	58
Anexo 38: <i>Análisis de Varianza de ganancia de peso total, g</i>	59
Anexo 39: <i>Comparación de medias de ganancia de peso total por prueba de Tukey</i>	59
Anexo 40: <i>Análisis de Varianza de conversión alimenticia, 14 días, g</i>	59
Anexo 41: <i>Comparación de medias de conversión alimenticia por prueba de Tukey de día 14</i>	59
Anexo 42: <i>Análisis de Varianza de conversión alimenticia, 21 días, g</i>	59
Anexo 43: <i>Comparación de medias de conversión alimenticia por prueba de Tukey de día 21</i>	60
Anexo 44: <i>Análisis de Varianza de conversión alimenticia, 28 días, g</i>	60
Anexo 45: <i>Comparación de medias de conversión alimenticia por prueba de Tukey de día 28</i>	60
Anexo 46: <i>Análisis de Varianza de conversión alimenticia, 35 días, g</i>	60
Anexo 47: <i>Comparación de medias de conversión alimenticia por prueba de Tukey de día 35</i>	60
Anexo 48: <i>Análisis de Varianza de conversión alimenticia, etapa de inicio, g</i>	61
Anexo 49: <i>Comparación de medias de conversión alimenticia por prueba de Tukey de la etapa de Inicio</i>	61
Anexo 50: <i>Análisis de varianza de conversión alimenticia, etapa de crecimiento, g</i>	61
Anexo 51: <i>Comparación de medias de conversión alimenticia por prueba de Tukey de la etapa de Crecimiento</i>	61

Anexo 52: <i>Análisis de varianza de conversión alimenticia total, g.</i>	61
Anexo 53: <i>Comparación de medias de conversión alimenticia total por prueba de Tukey.</i>	62
Anexo 54: <i>Análisis de Varianza de peso vivo del beneficio, 35 días, g.</i>	62
Anexo 55: <i>Comparación de medias peso vivo de beneficio por prueba de Tukey.</i>	62
Anexo 56: <i>Análisis de Varianza de peso de carcasa, g.</i>	62
Anexo 57: <i>Comparación de medias peso de carcasa por prueba de Tukey.</i>	62
Anexo 58: <i>Análisis de Varianza de peso de víscera, g.</i>	63
Anexo 59: <i>Comparación de medias peso de vísceras por prueba de Tukey.</i>	63
Anexo 60: <i>Análisis de Varianza de peso de grasa, g.</i>	63
Anexo 61: <i>Comparación de medias peso de grasa por prueba de Tukey.</i>	63
Anexo 62: <i>Análisis de Varianza de peso de pechuga, g.</i>	63
Anexo 63: <i>Comparación de medias peso de pechuga por prueba de Tukey.</i>	64
Anexo 64: <i>Precio de los Insumos.</i>	65
Anexo 65: <i>Precio de Insumos de la etapa de inicio.</i>	65
Anexo 66: <i>Precio de Insumo de la Etapa de Crecimiento.</i>	66
Anexo 67: <i>Costo Total de Consumo por Pollo de Inicio y Crecimiento.</i>	66

GLOSARIO

EM:	Energía Metabolizable
EN:	Energía Neta
Cal:	Caloría
Kg:	Kilogramos
Kcal:	Kilocalorías
PC:	Producción de Calor
MJ:	Megajouls
IC:	Incremento Calórico
ENm:	Energía neta de mantenimiento
ENp:	Energía neta de producción
ER:	Energía Retenida
NRC:	Consejo Nacional de Investigación de los Estados Unidos
MS:	Materia Seca

RESUMEN

La valoración energética de los alimentos en pollos de carne se realiza en términos de energía metabolizable (EM), pero la forma más exacta es en términos de la energía neta (EN). Este estudio llevó a cabo una evaluación a dos sistemas de valoración de los requerimientos de energía en la formulación de alimentos para pollos de carne, como la EM y EN, en las etapas de inicio y crecimiento en la producción de pollos en condiciones de altura (3220 m.s.n.m.). Se utilizaron 300 pollos machos de un día de edad, distribuidos en tres tratamientos (T1: EM, T2: EN baja y T3: EN media) con dos réplicas (50 pollos/réplica). Se determinó peso vivo, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, composición química corporal de pollos (materia seca, materia orgánica, grasa, proteína y ceniza). Se realizó el sacrificio de los pollos a los 7 y 35 días de edad para obtener la energía retenida (ER) y el consumo de EM. Los datos registrados fueron analizados utilizando un diseño completamente al azar. Los sistemas de energía evaluados no determinaron diferencias entre tratamientos ($p>0.05$) para el peso, ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia (inicio y total), pero fue mejor la conversión alimenticia en el T3 para la etapa de crecimiento ($p<0.01$). El rendimiento de carcasa, pechuga y grasa fue similar entre tratamientos ($p>0.05$) pero fue menor el rendimiento de vísceras con el T3. La ER fue de 41.6%, 35.4% y 39.1% para T1, T2 y T3 respectivamente a los 35 días de edad. La retribución económica fue mayor con el T3 (103.5%). El estudio muestra que el uso de la EN tiene posibilidades de aplicación en los sistemas de alimentación de pollos.

Palabras clave: energía metabolizable, energía neta, energía retenida, consumo de alimento, ganancia de peso.

ABSTRACT

The energy assessment of feed in broiler chickens is carried out in terms of metabolizable energy (ME), but the most accurate form is net energy (NE). This study carried out an evaluation of two systems for assessing energy requirements in the formulation of feed for broiler chickens, such as ME and NE, in the initiation and growth stages of chicken production under high altitude conditions (3220 m.a.s.l.). 300 one-day-old male chickens were used, distributed in three treatments (T1: ME, T2: low NE and T3: medium NE) with two replicates (50 chickens/repetition). Live weight, weight gain, feed consumption, feed conversion, and body chemical composition of chickens (dry matter, organic matter, fat, protein and ash) were determined. The chickens were sacrificed at 7 and 35 days of age to obtain retained energy (RE) and ME consumption. The recorded data were analyzed using a completely randomized design. The energy systems evaluated did not determine differences between treatments ($p>0.05$) for weight, weight gain, feed consumption and feed conversion (beginning and total), but feed conversion was better in T3 for the growth stage ($p<0.01$). The yield of carcass, breast and fat was similar between treatments ($p>0.05$) but the yield of viscera was lower with T3. The ER was 41.6%, 35.4% and 39.1% for T1, T2 and T3 respectively at 35 days of age. The profit was higher with T3 (103.5%). The study shows that the use of NE has application possibilities in chicken feeding systems.

Key words: metabolizable energy, net energy, retained energy, feed consumption, weight gain.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La alimentación es el componente más costoso en la producción avícola y representa alrededor del 70% de los costos variables totales, y siendo de mayor proporción el contenido de energía, por lo tanto, es importante estimar con precisión el valor energético de los alimentos. La evaluación del contenido de energía de los alimentos para pollos, se basa en su contenido de energía metabolizable (EM). Sin embargo (Noblet, 2015), establece que la estimación más cercana del valor de energía verdadera de un alimento corresponde a su contenido de energía neta (EN), que tiene en cuenta las diferencias en la utilización metabólica de la energía metabolizable entre los nutrientes.

La EM es la medida estándar de energía utilizada para describir las necesidades energéticas de las aves en estudios de nutrición; todavía existe un debate considerable sobre la exactitud, precisión y utilidad de los valores de EM de las dietas y los ingredientes; el sistema de EN representa la cantidad real disponible de energía del alimento para el mantenimiento y la producción de acuerdo a lo que señala López, (2008).

El desarrollo tecnológico en la producción de pollos, sobre todo en el área genética y nutrición, ha permitido obtener líneas genéticas altamente productivas y de mayor eficiencia en la deposición de tejidos en pollos de carne. Por lo tanto, la importancia del presente trabajo de investigación se orientó a evaluar el mejor aprovechamiento de energía en la ración empleada. Además, en el presente trabajo se evaluaron dos sistemas de valoración energética y sus implicancias a nivel productivo (ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia) en las fases de inicio y crecimiento.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1. Objetivos

2.1.1. *Objetivo general*

Evaluar dos sistemas de valoración de los requerimientos de energía en la formulación de alimentos para pollos de carne (metabolizable y neta) en las etapas de inicio y crecimiento.

2.1.2. *Objetivos específicos*

- Evaluar los parámetros productivos (ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia) en los pollos Cobb 500 en la fase de inicio y crecimiento.
- Determinar la energía retenida en los dos sistemas de valoración energética.
- Evaluar los costos de alimentación con los dos sistemas de energía.

2.2. Justificación

Los avances genéticos logrados en los pollos de carne, han determinado que se tengan animales con mayor tasa de deposición de tejidos y mejoras en la conversión alimenticia, lo que implica cambios en sus necesidades nutricionales y de energía. En este contexto, la utilización de sistemas de valoración energética que reflejen la real utilización de los nutrientes es necesaria; sin embargo, existen controversias sobre si el uso de la energía metabolizable es suficiente frente a la implementación de la energía neta.

Los sistemas tradicionales de la evaluación de requerimientos energéticos se basan en la energía metabolizable, la misma que tiene limitaciones porque no toma en consideración las pérdidas generadas por el incremento calórico, por lo tanto, no se tiene claro la eficiencia neta de utilización de los nutrientes por los pollos, tomando en consideración que la composición química nutricional de los ingredientes tiene efectos directos sobre esta eficiencia de uso y que se reflejan en la respuesta productiva que afecta a la rentabilidad en la crianza.

De otro lado, es sabido que la energía neta expresa el valor real de utilización de nutrientes, sin embargo, la información existente sobre su aplicación en pollos de carne es limitada y muchas veces controversial, por lo que no se tiene claro hasta qué punto la aplicación de energía neta constituye la alternativa para mejorar la eficiencia productiva, es por ello que en el presente estudio se hizo la comparación de la aplicación de los dos sistemas de valoración energética para establecer o brindar información sobre cuál de ellas tiene mejores resultados productivos.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes

Moscoso *et al.*, (2021), determinaron el contenido de EM y EN, utilizando pollos BB machos línea Cobb, en la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina, siendo la EM de maíz 3734 kcal/kg MS, subproducto de trigo 2197 kcal/kg MS, harina de soya 2477 kcal/kg MS, harina de pescado 3289 kcal/kg MS y aceite de soya 8767 kcal/kg MS y los valores para EN de maíz 2527 kcal/kg MS, subproducto de trigo 1598 kcal/kg MS, harina de soya 1417 kcal/kg MS, harina de pescado 1837 kcal/kg MS y aceite de soya 7550 kcal/kg MS, el nexo de EN y EM del aceite de soya es superior al resto de ingredientes.

Por otra parte, Arjona (2019), evaluó las dietas para inicio y crecimiento en pollos machos de carne de la línea Cobb, en la Universidad Nacional Agraria La Molina, con niveles de (2900, 3000, 3100, 3200, 3300 kcal EM/kg) manteniendo la relación caloría-aminoácido; se encontró una relación directa entre el peso vivo y la ganancia de peso en comparación con los tratamientos y relaciones inversas para el consumo de alimento y la conversión alimenticia al inicio del estudio; en la etapa de crecimiento, el peso vivo mostró la misma tendencia que en la etapa juvenil, mientras que los demás parámetros no mostraron una tendencia clara; con respecto a la utilización de energía, la grasa retenida mostró una tendencia creciente con niveles crecientes de densidad de nutrientes en la dieta, mientras que el porcentaje de energía retenida como proteína no mostró cambios significativos en los niveles de densidad de nutrientes; por otro lado, la energía total retenida no mostró una tendencia clara con el aumento de la densidad de nutrientes para las etapas temprana y de crecimiento.

Acosta (2023) realizó un estudio en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Provincia de Chiriquí, República de Panamá, evaluó con diferentes niveles de densidad de nutrientes (2900 Kcal/Kg, 3100 Kcal/Kg, 3300 Kcal/Kg) en pollos de carne Cobb 500. Cada tratamiento contó con 4 repeticiones y 5 animales en cada repetición. Los resultados obtenidos en la etapa de inicio mostraron diferencias estadísticamente significativas en las variables de peso vivo y ganancia de peso, mientras que no se observaron diferencias significativas en consumo de alimento y conversión alimenticia. En la etapa de crecimiento, se encontraron diferencias significativas en peso vivo, ganancia de peso y conversión alimenticia, mientras que no hubo diferencias en consumo de alimento y rendimiento de carcasa. En relación con la utilización de la energía, se observó un aumento en la grasa retenida con el incremento de los niveles de densidad de nutrientes en la dieta durante las etapas de inicio y crecimiento. Por otro lado, el porcentaje de energía retenida como proteína mostró pequeñas variaciones, pero mantuvo una relación constante con el consumo de energía. La energía retenida total no mostró una tendencia clara con respecto al aumento de la densidad de nutrientes en ambas etapas.

3.2. Bases Teóricas

3.2.1. Generalidades de Energía

La energía no es un nutriente, sino una propiedad de los nutrientes que produce energía cuando se oxida durante el metabolismo, el valor energético de un ingrediente alimentario o de una dieta se puede expresar de varias maneras; por lo tanto, a continuación se presenta una descripción de la terminología asociada con la dieta; valores de energía, incluida las unidades de medida (energía digestible, energía metabolizable, etc.) debido a que los valores de energía metabolizable se usan más comúnmente para definir la energía dietética disponible para los pollos

de doble propósito, para determinar los valores de energía metabolizable mediante el uso de bioensayos o estimaciones basadas en análisis próximos (NRC, 1994).

Los pollos de carne en crecimiento requieren del aporte energético de los alimentos para cumplir con las diferentes exigencias que incurre el desarrollo del pollo y así mismo para mantener las funciones vitales de su organismo, por lo tanto, si el suministro de energía es carente en comparación a la demanda energética, los animales emplearán este recurso para las funciones vitales y consecuentemente descuidando otras necesidades como el crecimiento (Moscoso, 2021).

Las aves necesitan energía en ciertas cantidades fijas, para el cual se debe tomar en cuenta el aporte energético de cada ingrediente empleado en una dieta, dado que cada insumo tiene cierta cantidad de aporte, el cual combinado en una dieta proporcionará el total; la cantidad útil para cada etapa de vida del ave está expresado en calorías por kilogramo (Cuca, 2015).

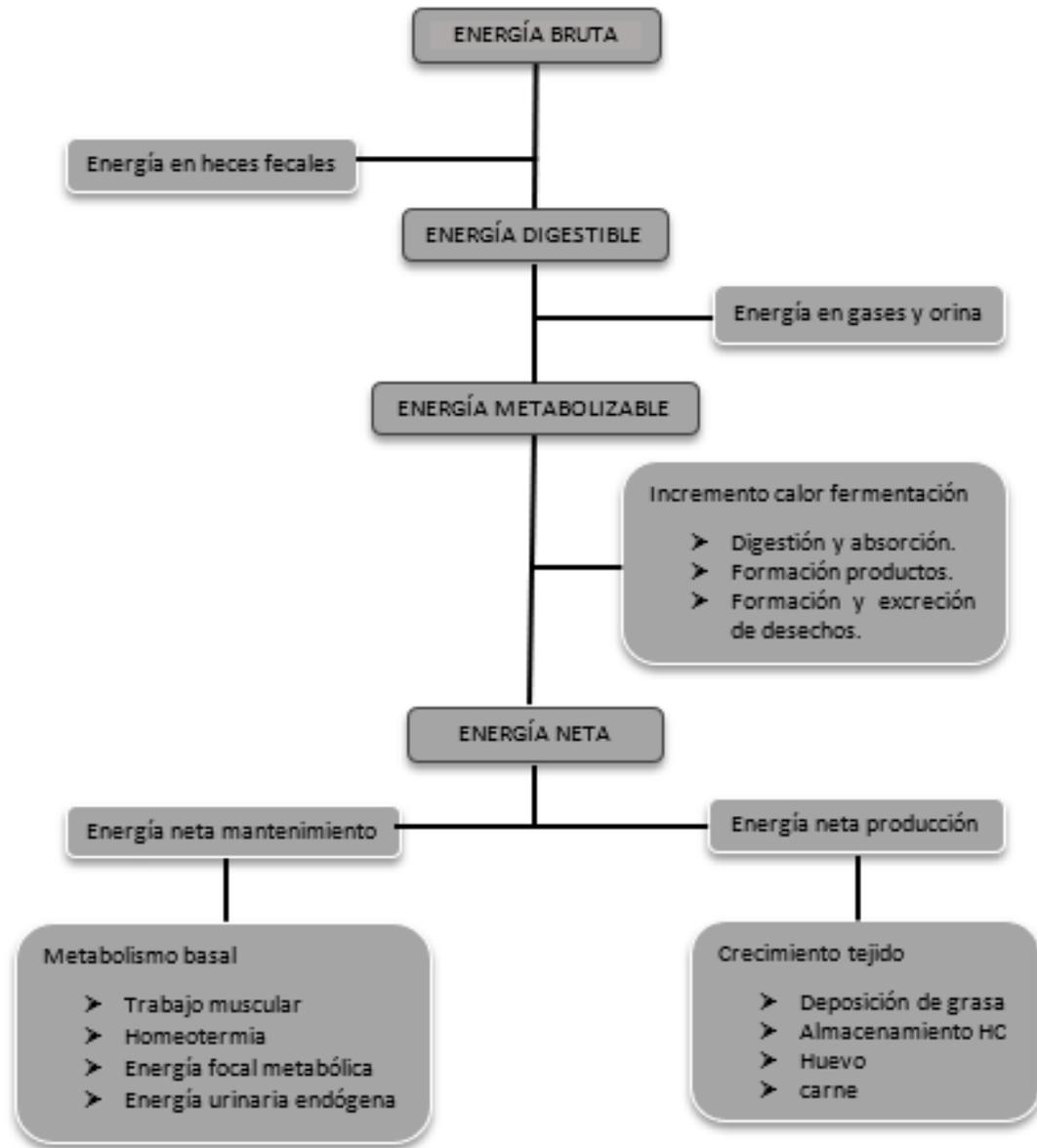
3.2.2. Partición de energía

La energía bruta (EB) es el punto de partida para conocer la energía de un alimento que es utilizada en los procesos corporales y energía liberada como calor cuando una sustancia orgánica es oxidada totalmente a dióxido de carbono y agua, una parte de la energía del alimento no es digerido y se excreta directamente en las heces, otra parte es degradada por procesos de fermentación productores de gas, aunque en aves no representa una fracción importante, en la orina hay pérdidas de energía ligadas al metabolismo proteico y finalmente, la utilización metabólica de la energía del alimento va acompañada de unas pérdidas en forma de calor (Sibbald, 1982). El valor energético de un alimento puede expresarse en términos de energía digestible (ED) energía alimentaria consumida que no aparece en las heces; la energía metabolizable (EM) es el sistema más amplia, debido a la fisiología del ave (excreción conjunta de heces y orina en la cloaca) se determina muy raramente la ED, la energía neta es la parte de energía utilizada para el

mantenimiento corporal y para la producción, se puede obtener a partir de sacrificios comparativos (energía productiva), por calorimetría o predecir a partir de ecuaciones que tienen en cuenta las diferencias en la eficiencia de utilización metabólica de los lípidos, las proteínas y los hidratos de carbono (Francesch, 2001).

La utilización de la EN por el animal en mantenimiento y producción, un alimento para un mismo género y especie animal es variable en función del proceso fisiológico (mantenimiento, lactación, crecimiento, engorde, etc.) en el cual es utilizada la EM; la energía neta para mantenimiento (ENm) es la fracción de la EN consumida destinada a mantener el equilibrio energético del animal, la energía empleada en estos procesos se disipa como calor, siendo en muchas condiciones climáticas, este calor suficiente para mantener la temperatura interna; la energía neta para producción (ENp) es igual a energía retenida en los tejidos sintetizados, incorporados a ganancia de peso, dada la distribución de la energía consumida por el ave (Sibbald, 1982).

Figura 1 *Partición de energía ingerida por el ave*



Nota: Sibbald (1982)

3.2.3. *Requerimientos de Energía en Aves de Carne*

En los pollos en crecimiento, se requiere energía para diferentes funciones como mantenimiento, actividad física, termorregulación y crecimiento; los animales comen para satisfacer sus necesidades de energía, también es probable que los animales intenten comer para alcanzar un objetivo de energía neta; en pollos adultos mantienen un peso constante la deposición

de proteínas y lípidos es cero, toda la energía consumida debe liberarse como calor (Van Milgen *et al.*, 2018).

La energía es el resultado de metabolismo de los componentes químicos de los alimentos (no es un nutriente), que es utilizada para funciones de metabolismo, en la producción, desarrollo, mantenimiento de la temperatura corporal en temporadas de baja temperatura, en su desplazamiento corporal, respiración y funcionamiento del aparato digestivo bioquímico (Azevedo *et al.*, 2009).

La energía total de un alimento nunca es utilizada completamente por las aves, pues parte de esta energía se pierde con las heces y orina; también se considera de dos maneras de medir la energía de la materia prima en la formulación de raciones; la energía metabolizable es la energía total del alimento menos la energía de las heces y orina; la energía productiva es la energía de una ración que es realmente transformado en carne (Torres, 2018).

Al igual que otros animales, los pollos requieren aminoácidos esenciales para un óptimo crecimiento en la utilización de los alimentos y deben ser proporcionados en la dieta en forma balanceada para que el rendimiento productivo del crecimiento sea maximizado, y los no esenciales que son sintetizados por el animal a partir del nitrógeno presente en las proteínas de la dieta (NRC, 1994). (Ver la tabla 1):

Tabla 1. Necesidades Nutricionales para Pollo de Engorde como porcentaje o Unidades por kg de Dieta (90 % M. S.)

Nutrimento	Unidades	Edad en Semanas		
		0-3	4-6	7-8
Energía (EM)	kcal/kg	3200.00	3200.00	3200.00
Proteínas	%	23.00	20.00	18.00
Arginina	mg	1.25	1.10	1.00
Isoleucina	mg	0.85	0.73	0.62
Leucina	mg	1.20	1.09	0.93
Lisina	mg	1.10	1.00	0.85
Metionina	mg	0.50	0.38	0.32
Metionina + cistina	mg	0.90	0.72	0.60
Fenilalanina	mg	0.72	0.65	0.56
Fenilalanina + cistina	mg	1.34	1.22	1.04
Treonina	mg	0.80	0.74	0.68
Ácido Linoleico	mg	1.00	1.00	1.00
Calcio	mg	1.00	0.90	0.80
Fósforo disponible	mg	0.45	0.35	0.30
Sodio	mg	0.20	0.15	0.12
Cloro	mg	0.20	0.15	0.12
Magnesio	mg	600.00	600.00	600.00
Cobre	mg	8.00	8.00	8.00
Yodo	mg	0.35	0.35	0.35
Hierro	mg	80.00	80.00	80.00
Manganeso	mg	60.00	60.00	60.00
Selenio	mg	0.15	0.15	0.15
Zinc	mg	40.00	40.00	40.00
Vitamina A	UI	1500.00	1500.00	1500.00
Vitamina D3	UIP	200.00	200.00	200.00
Vitamina E	UI	10.00	10.00	10.00
Vitamina K	mg	0.50	0.50	0.50
B12	mg	0.01	0.01	0.007
Colina	mg	1300.00	1300.00	1300.00
Piridoxina	mg	3.50	3.50	3.50
Riboflavina	mg	3.60	3.60	3.00
Tiamina	mg	1.80	1.80	1.80

Nota: mg = miligramos; kg = kilogramos; kcal = kilocalorías; UI = Unidades internacionales; UIP = Unidades internacionales de pollo.

Fuente: NRC (1994).

3.2.4. *Energía metabolizable*

La energía metabolizable se define como la energía bruta del alimento menos de las heces, orina y gases combustibles (en su mayor parte metano) expresada en la unidad del sistema internacional como megajoules de energía metabolizable por día para una ración o megajoules por kilogramo de materia seca de un alimento o ración, esta EM representa la porción de la energía del alimento que puede ser utilizada por el animal (Arias, 1993).

La energía se mide más comúnmente como la energía bruta del alimento menos la energía bruta de las excretas, pero puede usarse para excluir productos gaseosos de las estimaciones de energía metabolizable; en términos prácticos, energía metabolizable es la energía total que un animal obtiene de la dieta; energía metabolizable es la energía útil total que se puede dividir para cualquier propósito dictado por las necesidades y prioridades metabólicas del ave (Zuidhof, 2019).

Según Marín (2012), la energía metabolizable es la energía digestible menos la energía pérdida en la orina (principalmente urea en mamíferos y ácido úrico en aves, también otros compuestos nitrogenados y ácido cítrico) y con los gases combustibles procedentes de las fermentaciones que ocurren en el tracto digestivo (metano casi exclusivamente).

Los nuevos avances en la alimentación para pollos de carne se realizan a base de EM, la energía metabolizable no es sistema exacto de evaluación de la energía, tiene que ser evaluado por muchos factores como la genética, edad, sexo y nivel de alimentación (Moscoso, 2021). La EM tiene factores como la naturaleza de los compuestos químicos que aportan energía, el destino final de dichos compuestos, el equilibrio entre nutrientes, las deficiencias en minerales y vitaminas (Arjona, 2019).

La teoría de la EM de la proteína depende de la forma en que se usan los aminoácidos componentes, si todos los aminoácidos se depositan como proteínas corporales, no habrá producción de urea y el valor de EM corresponderá al valor de energía digerible y si todos los aminoácidos se administran "en exceso" sin una deposición de proteínas todos los aminoácidos digeribles se reducirán y formarán nitrógeno que se utiliza para la síntesis de urea (Noblet K. , 1999). Sin embargo, las cadenas de carbono de los aminoácidos se pueden usar para otros fines, como la deposición de lípidos o para el mantenimiento de la energía (es decir, la producción de ATP); el valor teórico de EM de un aminoácido fluctúa entre dos valores: una vez que el aminoácido se desconecta por completo y allí todo el nitrógeno se utiliza para la síntesis de urea, y otro valor cuando se elimina el aminoácido en qué forma se deposita (Rueda & Giraldo, 2018).

3.2.5. Métodos para determinar la Energía Metabolizable

Los valores de EM de los ingredientes para aves, muestra una variabilidad de ± 2 a 3 %, mientras que los valores de EN o productiva de un determinado ingrediente varían en ± 20 %, debido a los problemas inherentes en la medición de EN; demostrando que la EM de los alimentos es la evaluación más confiable del contenido energético de la composición del alimento para aves (Arroyo, 2011).

Para determinar la EM, utiliza una dieta estándar que contiene glucosa y reemplaza la glucosa con la ingesta problemática de la dieta de referencia (40 % de energía, 30 % de proteína y 10 % de lípido); luego se les da a las aves sin restricción (ad libitum), por tres semanas de las cuales las últimas tres días son necesarios para recoger los excrementos y determinar la cantidad de alimento ingerido (Rojas, 1981).

Los valores de EM determinados para pollos adultos excedieron los valores de EM para pollos jóvenes en 535 kcal, lo que corresponde a más del 15 % de los pollos de engorde típicos (Johnson, 1987).

3.2.6. Producción de calor (PC)

La energía de los alimentos se utiliza para mantener vivo al animal, y su ingesta provoca una reacción que produce más calor; la PC es la energía perdida por el sistema de un animal en formas distintas de los compuestos disponibles, en condiciones de los compuestos disponibles; en condiciones termo neutrales, la PC refleja el calor asociado con la EM consumido para los procesos de mantenimiento y producción, lo que representa entre el 52 y 64 % del consumo de pollitos jóvenes (López, 2008). Por lo que la producción de calor corresponde al aumento del calor, la PC proveniente del estado físico normal y de ayunas (Van Milgen *et al.*, 2018).

Esta PC depende de muchos factores, como el consumo de alimento, la temperatura ambiente y la composición del alimento; la PC aumentó un 2,5 % por cada 1 °C de disminución de la temperatura en el ambiente y estas pérdidas de calor se producen principalmente a través de la superficie corporal a bajas temperaturas y a través de la evaporación respiratoria a altas temperaturas; los pollitos a temperaturas altas mantenidos en constantes tienen un metabolismo reducido, por lo tanto, menos producción de calor (Priyankarage, 2011).

Durante el crecimiento, la PC se asocia principalmente con vías metabólicas relacionadas con la síntesis y depósito de proteínas y grasas, formando aproximadamente un 16 - 26 % y 1 - 3 % de la producción calórica diaria, dependiendo de la composición y consumo de alimentos (Reeds, 1982).

En la calorimetría directa, se mide directamente por medios físicos, mientras que la calorimetría indirecta implica la medición indirecta del calor, como las mediciones del consumo de oxígeno y la producción de dióxido de carbono utilizando equivalentes de calor de oxígeno basados en la tasa de respiración y consideraciones teóricas; la producción de calor también se puede medir analizando el balance total de carbono y nitrógeno o comparando las diferencias en los ensayos de sacrificio; estos métodos calculan la producción total de calor de manera diferente y están sujetos a errores de mediciones sistemáticos (NRC, 1930).

3.2.7. Incremento calórico (IC)

El incremento calórico, también conocido como acción dinámica específica; es la diferencia entre la energía metabolizable y energía neta, el calor producido en el proceso de ingestión de nutrientes, digestión, absorción, metabolismo (Fraps, 1946). Se usa para mantenimiento y producción, los costos de energía de la síntesis del producto, los desechos de la síntesis del producto, los procesos de eliminación y la energía pérdida en la fermentación de los gases residuales; sin embargo, es difícil separar de la producción de calor total, que generalmente se calcula como la producción de calor menos los requisitos de mantenimiento de EN; IC ayuda a mantener la temperatura corporal bajo estrés por frío (Li *et al.*, 2018).

El IC no es constante en un amplio rango de niveles de ingesta de energía metabolizable en un animal dado y depende de varios factores fisiológicos y en la EM suplementada por debajo de los requerimientos energéticos de mantenimiento es la más baja que la EM suplementada por encima de los requerimientos energéticos de mantenimiento (Noblet J. , 1993).

Este IC también es más bajo cuando se usa EM para deposición de grasa en comparación con la deposición de proteína, que es costosa también cuando la proteína se usa como fuente de energía en comparación de los carbohidratos, la grasa; si la dieta es rica en proteínas, el IC es más

alto porque la síntesis de proteínas requiere una gran cantidad de energía, la eliminación de desechos nitrogenados también requiere energía y la proteína dietética también estimula el metabolismo de las proteínas (Noblet K. , 1999).

La energía metabolizable se utiliza de manera más eficiente cuando la temperatura ambiente es elevada, manteniendo así un IC más bajo en comparación de la producción; una explicación propuesta es que cuando la energía de los alimentos es igual o menor que los requisitos de mantenimiento, la producción de calor de la digestión y la absorción de nutrientes puede reemplazar la producción de calor durante el ayuno; si el consumo de energía es lo suficientemente alto como para respaldar la producción (Musharaf, 1999).

Al menos, en teoría, la relación IC/EM debería ser menor con un alto consumo de EM; por lo que, para comparar los valores de IC para diferentes alimentos, es necesario calcular estos valores en condiciones similares de suficiente aporte de proteínas y aminoácidos y/o con posición de refuerzo constante y/o en una determinada etapa fisiológica; en promedio el IC representa el 25 % de la ingesta de EM en cerdos, pollos y pavos en crecimiento con una dieta estándar (Rivera, 2011).

El IC en los ingredientes utilizados en la formulación de raciones para pollos es limitado; el IC de la producción de calor, en que los animales están produciendo calor incluso cuando no están alimentados, en cuyo caso es equivalente a la producción de calor en ayunas (Van Milgen *et al.*, 2018).

3.2.8. Energía Neta

La energía neta de un alimento es la parte de la energía del alimento que es digerida y utilizada por el animal para el mantenimiento corporal y las producciones, después de tener en

cuenta las pérdidas en las heces, orina, metano y calor; el contenido de la energía neta de un producto animal es numéricamente igual a su contenido de energía bruta (EB), también se denomina valor energético, expresado en MJ/kg la energía neta empleada por el animal para el mantenimiento es igual a la producción de calor por el animal alimentado al nivel de mantenimiento en un medio ambiente de neutralidad térmica (Arias, 1993).

La EN es muy importante en la valoración de alimentos y para la formulación de alimentos de contenidos en fibra muy variable, obtienen cantidades muy diferentes de EN, a partir de alimentos de contenido semejante en EM la determinación de energía en los animales, se encuentran confinados en una cámara de respiración en condiciones poco naturales (Bondi, 1989).

La EM se utiliza para expresar la fracción de energía bruta ingerida utilizada en vez de energía digestible, ya que tanto por orina como heces son expuestas simultáneamente con la cloaca (Correa, 2005).

Moscoso (2021), establece que para determinar la funcionalidad de energía es muy necesario hallar antes el contenido energético digestible o metabolizable de los alimentos, la energía neta puede cambiar debido a los factores alimenticios y también a las condiciones del animal; los alimentos ricos en grasa tienen mayor valor de energía neta.

Marín (2012) señala que la energía neta se obtiene por sustracción del incremento térmico a la energía metabolizable y representa la parte de la energía bruta que es completamente útil para el organismo. Las investigaciones de la energía en las aves de corral revelan inconsistencias en la definición de EN; varias fuentes definen de manera insuficiente EN como EM menos la energía perdida debido al incremento de calor de la alimentación (Zuidhof, 2019).

El calor producido por un animal por encima del metabolismo en ayunas, indica correctamente que el sistema EN tiene en cuenta toda la energía pérdida en forma de calor y es prudente revisar las definiciones de los términos que describen el destino de la energía alimentaria; varios términos de energía se han definido por lo que excluyen más que por lo que incluyen, esto ha llevado a cierta confusión sobre cómo se ha informado la energía neta en la literatura avícola y probablemente ha realizado los avances hacia la comprensión y la aplicación del sistema (Swick, 2013).

3.2.9. Energía neta de mantenimiento

La energía neta de mantenimiento (ENm) es la energía utilizada para mantener las funciones fisiológicas en los animales, como mantener la vida y regular la temperatura corporal; el calor producido no es solo una función del animal mismo, sino también del alimento consumido y la tasa de formación de tejido o producto en el cuerpo (Sibbald, 1982).

La evaluación de ENm afectará directamente el valor absoluto de EN y en menor medida, el valor relativo de EN para alimentos e ingredientes; desafortunadamente ENm no se puede determinar directamente; tradicionalmente la tasa metabólica basal, que representa la termogénesis en estado estacionario de un animal durante el ayuno y el descanso, se ha usado para estimar la ENm; el método se ve afectado por el tiempo de ayuno, el nivel de alimentación previa y las diferencias en la actividad entre los estados de ayuno y alimentación (De Lange, 2005).

La energía neta de mantenimiento corresponde a la energía empleada para el funcionamiento del organismo y abandona el cuerpo en forma de calor; por lo tanto, la energía obtenida en el desarrollo y producción se denomina como energía retenida (Marin, 2012).

3.2.10. Energía neta de producción

La energía neta de producción (EN_p) también llamada energía retenida, es EN suministrada en exceso de los requisitos de mantenimiento y utilizada para el crecimiento y la producción (Choct, 2004) . La energía recuperada (RE) comúnmente conocida como balance de energía, es la fracción de energía aplicada que permanece en una parte del cuerpo como un producto útil; la energía se almacena principalmente en el cuerpo en forma de proteínas y grasas, fue medido por estudios de sacrificio comparativo (Sakomura, 2003). La conservación de energía es positiva en los animales en crecimiento, pero puede ser negativa durante ciertos periodos, como cuando los animales están en ayunas (Van Milgen *et al.*, 2018).

Los pollos almacenan una parte constante (50 %) de su energía en su organismo, pero en los animales maduros, donde el crecimiento esquelético y muscular es completo, el constante consumo de exceso de energía determina una mayor deposición de grasa; en pollitos de más de 35 días, la energía se almacena principalmente como grasa en lugar de proteína, lo que afecta la calidad y el rendimiento de la carne (Shatnawi, 2014).

Los métodos de sacrificio comparativos se utilizan generalmente para criar pollos, pero no para pollos adultos, debido a las dificultades en el procesamiento final de las canales; este método compara la composición inicial y final (grasa, proteína y energía) de pollos experimentales (Priyankarage, 2011).

3.2.11. Metodología para determinar la energía neta en pollos

Determinar el contenido de energía neta en ingredientes o dietas es más difícil de ED y EM, los métodos de sacrificio comparativo determinan la conservación de energía y requiere la evaluación de la producción de calor con el estómago vacío (Lofgreen, 1968). La calorimetría

indirecta proporciona estimaciones directas de la pérdida de calor, y no requiere sacrificio de animales, por lo tanto, se usa ampliamente para medir la producción de calor (Liu, 2017).

La técnica del sacrificio comparativo, son un protocolo para evaluar los cambios en la composición del pollo durante un experimento, este protocolo se basa en la suposición de que la composición corporal de un grupo experimental de pollos al final del experimento se puede predecir con precisión en función de la composición de la canal de aves comparables sacrificadas de la misma población (Wolynetz, 1986). En esta técnica, se mide la energía ganada por la carcasa durante un período de tiempo (Fraps, 1946).

El método define la producción de calor como la diferencia entre la energía EM utilizada y la energía retenida (ER) en los tejidos corporales, la ER se calculó restando la energía de los animales sacrificados al final del experimento de los sacrificados y al comienzo del experimento (Shatnawi, 2014).

Esto se puede determinar experimentalmente midiendo la ER de un grupo de animales alimentados con una dieta restringida y luego calculando la ER como si los animales no hubieran sido alimentados (en ayunas) durante un período de tiempo; en este caso, todos los factores de producción (genotipo, sexo, edad y dieta) deben ser idénticos para usar estos valores; la ventaja de esta técnica es que los animales se mantienen en condiciones típicas de producción; las desventajas incluyen el alto costo, la necesidad de sacrificar una gran cantidad de animales y la necesidad de evaluar la producción de calor en estado de ayuno (Priyankarage, 2011).

La medición de ER de cuerpo entero es una actividad muy laboriosa, especialmente en animales más grandes, porque las muestras corporales representativas son difíciles de obtener; como resultado, los estudios y datos que miden la composición corporal total en animales grandes

son relativamente investigaciones escasas; además, se requieren periodos de medición más largos para garantizar una conservación de energía suficiente, su ventaja es que puede medir directamente la ER y la composición del crecimiento también puede medirse en términos de nutrientes o entre tejidos, y su uso en animales más pequeños es ventajoso (Van Milgen, Labussière, & Noblet, 2018).

3.2.12. Nutrición en el Pollo de Engorde

La composición de paredes celulares de los alimentos afecta especialmente a la digestibilidad, el efecto es debido tanto a la fisiología digestiva como a la protección que la fibra ofrece al resto de los componentes frente a la acción de las enzimas digestivas (Marin, 2012).

El término factor nutrición animal es la variable principal en la producción, la rentabilidad y en el desarrollo de ganancia de peso del ave; la formulación de alimentos requiere un balance correcto de micronutrientes y macronutrientes (Moreira, 2018).

La alimentación y nutrición en aves es altamente tecnificada y está empleada en raciones balanceadas y esto caracteriza a la industria avícola moderna; los primeros semanas a los pollitos se mantienen a una temperatura óptima, cama, agua y colocar alimento encima de papel para que no se mezcle con la cama; después de la tercera semana cambian con el alimento de crecimiento hasta cumplir seis semanas de edad, luego se le cambia con el alimento acabado hasta obtener el peso requerido (Shimada, 2005).

Las necesidades de energía para las aves son expresadas típicamente en energía metabolizable. Empíricamente midiendo la cantidad de energía metabolizable del alimento que puede ser consumida para abastecer en su desarrollo de crecimiento y producción (Rodríguez, 2005).

El mayor coste ligado para satisfacer necesidades de mantenimiento corporal, ganancia de peso, reproducción y producción; adicionalmente, los animales necesitan energía para sus producciones de crecimiento y engorde, reproducción, lactación y trabajo (Marin, 2012).

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. **Ámbito del Estudio**

El presente trabajo de investigación se desarrolló en las instalaciones de la Unidad de Aves de la Escuela Profesional de Zootecnia de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, en el distrito de San Jerónimo, a una altitud de 3220 m.s.n.m. con una temperatura promedio anual de 15 °C.

4.1.1. *Ubicación Política*

- Región: Cusco
- Provincia: Cusco
- Distrito: San Jerónimo
- Sector: Granja K'ayra

4.1.2. *Ubicación geográfica*

- Altitud: 3219 msnm.
- Latitud: 13° 2' sur
- Longitud: 71° 52' oeste

4.2. **Materiales y equipos**

4.2.1. *Material biológico*

En esta investigación se utilizó pollos de la línea Cobb 500, con las siguientes características:

- Edad : 1 día
- Peso promedio : 40 ± 3.33 g.

- Número de animales : 300 unidades
- Sexo : macho
- Línea : Cobb 500

4.2.2. *Materiales y equipos de campo*

- Malla arpillera
- Bebederos de volteo para la etapa de inicio y bebederos automáticos para la etapa de crecimiento
- Comederos de tipo bandeja para pre-inicio y comederos de tipo tolva para inicio y crecimiento
- Desinfectante
- Viruta de cascarilla de arroz
- Malla metálica
- Campana de cría
- Balanza digital de precisión de 5 kg/g.
- Termómetro digital
- Fichas de registro
- Cerco nordex
- Resistencia eléctrica

4.2.3. *Materiales y equipos de laboratorio*

- Balanza analítica de 220 g/1 mg (SARTORIUS QUINTIX 224 – 1x)
- Molino modelo IKA MF10-BASIC
- Estufa de circulación de aire forzado (BINDER, FED720)
- Bomba calorimétrica automática (PARR INSTRUMENTS, modelo 6400)

- Prensa peletizadora (PARR)
- Mufla eléctrica (PROTHERM, ECO110/9)
- Equipo de espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS)

4.3. Desarrollo de la investigación

4.3.1. Instalaciones

Se utilizó un galpón con un área de 80 m² de material hormigón, techo de lámina, con sistema de ventilación longitudinal, cortinas y temperatura monitoreada con termómetro ambiental, dentro del cual se instaló seis boxes de crianza para tres tratamientos; para las divisiones se utilizó bastidores de malla metálica con marcos de madera. Cada box con un área de 6.25 m² /50 pollitos y equipado de comederos y bebederos. Una campana de cría fue adecuada para pollitos de uno a siete días de edad, a partir de 7 días se distribuyó a los pollitos y se emplearon dos campanas hasta los 35 días; la temperatura promedio inicial fue de 32 °C (recepción de los pollitos bb) y luego se redujo gradualmente. La cascarilla de arroz se usó como cama con un espesor de 10 cm, para absorber y evitar cualquier aumento de humedad. La desinfección se hizo desde la limpieza del galpón hasta antes de la llegada de los pollitos (ver anexo 1).

4.3.2. Preparación de dietas experimentales

Las dietas fueron formuladas por programación lineal al mínimo costo para los tres tratamientos planteados en el estudio. Los requerimientos de macro y micronutrientes se realizaron de acuerdo con las sugerencias dadas por NRC (1994) y modificando los niveles de energía según lo planteado en el estudio. Las dietas se formularon de acuerdo a la etapa de crianza (inicio: energía metabolizable con 2.90 Mcal/kg, energía neta baja con 2.06 Mcal/kg, energía neta media con 2.10 Mcal/kg; Crecimiento: energía metabolizable con 2.95 Mcal/kg, energía neta baja con 2.09 Mcal/kg, energía neta media con 2.13 Mcal/kg), se representa en las tablas 2 al 5.

Tabla 2. *Ingredientes de la Dieta Experimental de la Etapa de Inicio*

Ingredientes	T1 (%)	T2 (%)	T3 (%)
Maíz	66.24	62.33	60.43
Torta de soya	28.94	29.85	30.83
Afrecho de trigo	0.374	0.00	0.00
L-Treonina	0.078	0.08	0.08
Aceite	0.00	3.38	4.28
Anticoccidiostato	0.05	0.05	0.05
Secuestrante de micotoxina	0.05	0.05	0.05
Fosfato dicálcico	1.47	1.48	1.48
Carbonato de Calcio	1.33	1.31	1.34
Sal	0.23	0.23	0.24
DL-Metionina	0.30	0.31	0.31
Lisina	0.31	0.30	0.30
Bicarbonato de sodio	0.27	0.27	0.26
Fungiban	0.05	0.05	0.05
Premix *	0.20	0.20	0.20
Colina 60%	0.10	0.10	0.10
Total	100.00	100.00	100.00

Nota: UNSAAC-Formulación propia y análisis químico en laboratorio de nutrición animal.

Premix: Vitamina A 11000 UI, Vitamina D₃ 2000 UI, Vitamina E 10.0 UI, Vitamina K₃ 1.0 mg, Tiamina (B1) 1.0 mg; Riboflavina (B12) 3.0 mg, Niacina 20.0 mg, AC. Pantoténico 5.0 mg, Piridoxina (B6) 2.0 mg, Ácido Fólico 0.5 mg, Biotina 0.05 mg, Vitamina (B12) 0.01 mg, Manganeso 50.0 mg, Hierro 30.0 mg, Zinc 30.0 mg, Cobre 1.5 mg, Yodo 0.5 mg, Selenio 0.1 mg.*

Tabla 3. *Composición Nutricional de la Dieta Experimental de la Etapa de Inicio*

Nutrientes %	T1 (%)	T2 (%)	T3 (%)
Materia Seca	89.74	90.06	90.11
Proteína	19.15	19.14	19.41
Extracto Etéreo	2.76	5.96	6.78
Fibra Cruda	3.53	3.46	3.49
Extracto Libre de Nitrógeno	58.63	55.82	54.73
Ceniza	5.88	5.87	5.92
Energía (kcal/kg)	2.90	2.06	2.10
Lisina	1.10	1.10	1.12
Arginina	1.19	1.19	1.21
Metionina	0.58	0.58	0.58
Metionina-cistina	0.82	0.82	0.83
Triptófano	0.25	0.25	0.25
Treonina	0.73	0.73	0.74
Glicina-serina	1.73	1.73	1.76
Histidina	0.44	0.44	0.45
Isoleucina	0.75	0.75	0.76
Leucina	1.57	1.55	1.57
Fenilalanina	0.83	0.83	0.85
Fenilalanina-tirosina	1.71	1.71	1.73
Valina	0.82	0.82	0.83
Fósforo disponible	0.41	0.41	0.41
Calcio	0.91	0.91	0.92
Sodio	0.18	0.18	0.18
Potasio	0.78	0.78	0.80
Cloro	0.18	0.18	0.19
N+K-Cl	226.56	228.41	230.47

Nota: Formulación propia y análisis químico en laboratorio de nutrición animal – UNSAAC.

Dónde: Dónde: T1: EM 2.90 Mcal/kg; T2: EN 2.06 Mcal/kg; T3: EN 2.10 Mcal/kg.

Tabla 4. *Ingredientes de la Dieta Experimental de la Etapa de Crecimiento*

Ingredientes	T1 (%)	T2 (%)	T3 (%)
Maíz	70.07	65.85	64.92
Torta de soya	26.19	27.06	27.25
L-Treonina	0.06	0.06	0.06
Aceite	0.04	3.40	4.15
Anticoccidiostato	0.05	0.05	0.05
Secuestrante de micotoxina	0.05	0.05	0.05
Fosfato dicálcico	1.00	1.01	1.01
Carbonato de calcio	1.39	1.39	1.39
Sal	0.17	0.17	0.17
Dl-Metionina	0.16	0.16	0.16
Lisina	0.17	0.15	0.15
Bicarbonato de sodio	0.31	0.29	0.29
Fungiban	0.05	0.05	0.05
Premix*	0.20	0.20	0.20
Colina 60%	0.10	0.10	0.10
Total	100.00	100.00	100.00

Nota: formulación propia y análisis químico en laboratorio de nutrición animal – UNSAAC.

Premix: Vitamina A 11000 UI, Vitamina D3 2000 UI, Vitamina E 10.0 UI, Vitamina K31.0 mg, Tiamina (B1) 1.0 mg; Riboflavina (B12) 3.0 mg, Niacina 20.0 mg, AC. Pantoténico 5.0 mg, Piridoxina (B6) 2.0 mg, Ácido Fólico 0.5 mg, Biotina 0.05 mg, Vitamina (B12) 0.01 mg, Manganeso 50.0 mg, Hierro 30.0 mg, Zinc 30.0 mg, Cobre 1.5 mg, Yodo 0.5 mg, Selenio 0.1 mg.*

Tabla 5. *Composición Nutricional de la Dieta Experimental de la Etapa de Crecimiento*

NUTRIENTES	T1 (%)	T2 (%)	T3 (%)
Materia Seca	89.64	90.02	90.07
Proteína	17.98	17.98	17.98
Extracto Etéreo	2.91	6.09	6.79
Fibra Cruda	3.37	3.34	3.34
Extracto Libre de Nitrógeno	60.39	57.54	56.91
Ceniza	5.32	5.31	5.31
Energía (kcal/kg)	2.95	2.09	2.13
Lisina	0.92	0.92	0.92
Arginina	1.12	1.12	1.13
Metionina	0.43	0.43	0.43
Metionina-cistina	0.66	0.66	0.66
Triptófano	0.23	0.23	0.23
Treonina	0.68	0.68	0.68
Glicina-serina	1.64	1.64	1.64
Histidina	0.41	0.42	0.42
Isoleucina	0.71	0.71	0.71
Leucina	1.52	1.50	1.50
Fenilalanina	0.79	0.79	0.79
Fenilalanina-tirosina	1.64	1.63	1.63
Valina	0.79	0.78	0.78
Fósforo disponible	0.32	0.32	0.32
Calcio	0.83	0.83	0.83
Sodio	0.16	0.16	0.16
Potasio	0.73	0.74	0.74
Cloro	0.14	0.14	0.14
N+K-Cl	220.00	220.00	220.00

Nota: formulación propia y análisis químico en laboratorio de nutrición animal – UNSAAC.

Dónde: T1: EM 2.95 Mcal/kg; T2: EN 2.09 Mcal/kg; T3: EN 2.13 Mcal/kg.

4.4. Etapa experimental

4.4.1. Suministro de alimento

El suministro de alimento fue de la siguiente manera: los primeros siete días los pollos fueron criados de forma conjunta, recibieron el mismo tipo de alimento (dieta de 2.06 kcal/kg EN). A partir de día siete se suministró las tres dietas experimentales hasta los 35 días de edad; en este periodo se permitió el libre acceso al alimento y al agua, esto se puede observar en la figura 2.

Figura 2 Pollos machos de la línea Cobb 500, de un día de edad



Nota. recepción de pollos

4.4.2. Distribución de pollos en el estudio

A los 7 días de edad, los pollitos fueron asignados aleatoriamente a los tratamientos en estudio, considerando dos réplicas (50 pollos/réplica) por tratamiento, es decir, se trabajó con un total de 300 pollos, como se observa en la Tabla 6.

Tabla 6. Distribución de pollos cobb 500 en el estudio

Tratamiento	R1	R2	Total
T1	50	50	100
T2	50	50	100
T3	50	50	100
TOTAL			300

Nota: Dónde: R, repetición; Tratamiento (T1) es la energía metabolizable (EM); Tratamiento (T2) es la energía neta baja (ENb); Tratamiento (T3) es la energía neta media (ENm)

4.5. Evaluación de parámetros

4.5.1. *Peso vivo (P.V.)*

El registro del peso vivo de los pollos se realizó a la recepción (un día de edad), a los 7, 14, 21, 28 y 35 días (en cada caso, se consideró una muestra de 10 pollos por repetición), excepto a los 7 y 35 días se pesaron todos los animales.

4.5.2. *Consumo de alimento*

El alimento se suministró de forma diaria y *ad-libitum*, previamente se pesó para cada tratamiento y repetición. Realizando esta actividad, el consumo se calculó mediante la sumatoria del consumo semanal del lote y se dividió por el número de pollos por tratamiento, después del retiro del alimento rechazado.

$$\text{Consumo de alimento (g.)} = \text{Alimento consumido} / \text{Numero de pollos}$$

4.5.3. *Ganancia de peso (G.P.)*

Las evaluaciones de ganancia de peso se realizaron en forma semanal a los 7, 14, 21, 28 y 35 días de edad, estableciendo para ello la relación entre el peso final y el peso inicial de cada periodo, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Ganancia de peso (g.)} = \text{Peso final (g.)} - \text{Peso inicial (g.)}$$

4.5.4. *Conversión alimenticia (C.A.)*

La conversión alimenticia se determinó a partir del consumo y la ganancia de peso observada en los diferentes tratamientos y expresando los resultados por animal. El cálculo se realizó al final de cada etapa de crianza, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{C.A.} = \text{Consumo semanal por tratamiento} / \text{Ganancia de pesos por tratamiento}$$

4.5.5. Rendimiento de carcasa, pechuga, vísceras y grasa abdominal

Para estas evaluaciones, los pollos fueron previamente sometidos a un ayuno de 8 horas antes del beneficio y solo se suministró agua. Se utilizaron 9 pollos de 35 días de edad (tres tratamientos de alimentación, dos repeticiones y tres pollos por tratamiento). El beneficio se hizo por dislocación cervical, realizando el desangrado correspondiente; escaldado de plumas, separación, eviscerado, y pesaje posterior de la carcasa oreada. Para la evaluación de pechuga, se consideró la clavícula, esternón y piel; la grasa evaluada fue la existente en la región abdominal de los pollos (NTP 201.054, 2009).

4.6. Evaluación de composición corporal de pollos en laboratorio

Para el análisis de composición corporal de pollos se procedió a tomar las muestras de las etapas de inicio y crecimiento, sacrificando pollos de diferentes edades y tratamientos durante el experimento, realizándose el pesaje de los pollos (balanza digital de 5 kg/1 g), embolsado y congelado a -20 °C (incluyendo carcasa, plumas y vísceras) para su posterior análisis; el contenido intestinal y el buche fue retirado antes de la congelación.

4.7. Secado de las muestras de pollo

Los pollos fueron secados (empleando bandeja de aluminio) en una estufa de circulación de aire forzado (marca Binder, modelo FED720) a 85 °C durante siete días y molidas a un tamaño de partícula de 1 mm (molino marca IKA, modelo MF10-BASIC). La harina obtenida fue almacenada en bolsas plásticas con cierre hermético para los análisis posteriores.

4.7.1. Determinación en el laboratorio

El alimento y la harina de pollo fueron analizadas para determinar su contenido de materia seca, humedad, ceniza y energía bruta; de la misma manera se realizó el análisis de la composición nutricional y composición de la carcasa empleando la espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS).

Esta actividad se llevó a cabo en el laboratorio de nutrición, Ciencia y Tecnología de Alimentos, de la Escuela Profesional de Zootecnia - Facultad de Agronomía y Zootecnia, UNSAAC.

4.7.2. *Determinación de Materia Seca*

El contenido de la materia seca de las muestras (alimento y harina de pollo) se determinó secando las muestras a 105 °C en un horno de convección de aire forzado (marca Binder, modelo FED720) por 16 h (método AOAC (2005)); el pesaje de las muestras se realizó en una balanza analítica de 220 g/1 mg (marca Sartorius, modelo Quintix 224-1x).

4.7.3. *Determinación de energía bruta*

Para el análisis de energía bruta de las muestras (alimento y harina de pollos), se prepararon pellets con un peso promedio de 0.68 ± 0.09 gramos (balanza analítica de 220 g/1 mg, marca Sartorius, modelo Quintix 224-1x), los cuales fueron analizados en una bomba calorimétrica automática isoperibólica, (marca Parr Instruments, modelo 6400), empleando ácido benzoico como estándar, reportando los resultados en cal/g.

4.7.4. *Materia orgánica*

Para determinar la materia orgánica (alimento y harina de pollo), las muestras fueron pesadas en una balanza analítica de 220 g/1 mg de precisión (marca Sartorius, modelo Quintix 224-1x) con un peso promedio de 1.50 ± 0.13 gramos y calcinadas en una mufla (marca Protherm, modelo ECO110/9) a 600 °C por 8 h, estableciendo el contenido de materia orgánica por la diferencia entre la materia seca y la ceniza encontrada en las muestras.

4.8. *Determinación de energía retenida (ER)*

Para determinar la energía corporal de los pollos (energía retenida) se realizó el proceso de beneficio (al inicio y al final del experimento) de los pollos por dislocación cervical, después se

procedió con el desangrado, escaldado de plumas, separación y evisceración. Esta energía se obtuvo multiplicada por las ganancias de peso corporal inicial y final por el equivalente calórico. Se asumió 5.66 Kcal/g y 9.35 Kcal/g para proteína y grasa respectivamente según la metodología descrita por Conga (1990).

$$ER \text{ (kcal/animal)} = ER \text{ 35 días (kcal/animal)} - ER \text{ 7 días (kcal/animal)}$$

Energía retenida promedio (kcal/tratamiento):

$$ER \text{ (kcal/tratamiento)} = (ER \text{ 35 días} - ER \text{ 21 días}) / 14 \text{ días; Bomba calorimétrica.}$$

Energía retenida como grasa (ERf) y proteína (ERp) fue calculada del siguiente modo:

$$ER \text{ (kcal)} = ERf + ERp.$$

Donde:

$$ERf \text{ (kcal)} = (\text{Grasa corporal día 35 (g)} - \text{Grasa corporal día 7 (g)}) \times 9.35$$

$$ERp \text{ (kcal)} = (\text{Proteína corporal día 35 (g)} - \text{Proteína corporal día 7 (g)}) \times 5.66$$

4.9. Análisis económico

La evaluación de las dietas experimentales se realizó en función al costo de alimento. Utilizando para ello los datos del peso vivo final promedio por tratamiento, el costo de los pollos bb y los gastos del alimento promedio consumido por tratamiento.

4.10. Diseño estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar con tres tratamientos y dos repeticiones, para las variables de respuesta: peso vivo, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa. Para el análisis de comparación de promedios se utilizó la prueba de tukey con una probabilidad de 5 %.

Se realizó un análisis de varianza utilizando el siguiente modelo aditivo lineal:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Observación en el tratamiento i -ésimo.

μ : Media general de las observaciones.

T_i : Efecto del i -ésimo tratamiento (dieta).

ϵ_{ij} : Error aleatorio.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1. Evaluación de los Parámetros productivos

Los resultados de parámetros (peso vivo, ganancia de peso, consumo de alimento conversión alimenticia) se muestran a continuación.

5.1.1. *Peso vivo*

El promedio de peso vivo se presenta en la tabla 7, donde a la evaluación de los resultados se aprecia que no existen diferencias significativas entre los tratamientos ($p>0.05$) (ver anexos 2 a 10), implicando ello que no hubo efecto del sistema de energía empleado sobre el peso vivo. A la finalización de la etapa de inicio (a los 21 días), los pollos alcanzaron un peso promedio de 582.8 ± 30.3 g; 592.2 ± 61.9 g, y 596.8 ± 16.0 g, para el tratamiento T1, T2 y T3 respectivamente. Arjona (2019) utilizó el mismo sistema de energía propuesto para el tratamiento uno (2.90 Mcal/kg) y encontró un peso vivo promedio de 748.90 g para pollos de 21 días, siendo superior a lo encontrado en el presente estudio. Este mismo comportamiento fue observado en la etapa de crecimiento, donde tampoco se encontraron diferencias significativas ($p>0.05$) entre tratamientos, siendo los pesos promedios de 1403.4 ± 17.6 g; 1384.5 ± 23.8 g, y 1425.5 ± 19.9 g, para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente. Numéricamente, se aprecia una tendencia a lograr mayores pesos con los sistemas de energía neta, principalmente con la mayor densidad energética.

Estos resultados, estarían mostrando que la utilización de ambos sistemas de energía, determinaron respuestas similares, considerando inclusive que en el sistema de energía neta se empleó un nivel bajo y medio, mostrando ello el efecto del uso metabólico de los nutrientes que determina variaciones en la producción de calor por las diferencias en el incremento calórico, que

habría sido menor en los sistemas de energía neta, favoreciendo con ello el peso por la mayor eficiencia del uso metabólico de la energía, que sería la razón de por qué a pesar de usar niveles bajos de energía estos no afectaron el peso de los animales.

Tabla 7. *Peso Vivo de Pollos con Diferentes Niveles de Energía de Acuerdo a la Edad (g) por Pollo.*

Tratamiento	7 días*	14 días*	21 días*	28 días**	35 días**
T1	140.30 a ± 1.80	308.50 a ± 17.80	582.80 a ± 30.30	999.50 a ± 27.10	1403.40 a ± 17.60
T2	136.20 a ± 1.10	312.60 a ± 20.00	592.20 a ± 61.90	973.00 a ± 31.90	1384.50 a ± 23.80
T3	136.10 a ± 3.50	328.60 a ± 10.90	596.80 a ± 16.00	1014.40 a ± 15.80	1425.50 a ± 19.90
Valor – p	0.28	0.52	0.94	0.39	0.29

Nota: a: letras iguales en la misma columna indican que no hay diferencias significativas (p>0.05). T1: Sistema de energía metabolizable (Inicio: EM 2.90 Mcal/kg; Crecimiento: EM 2.95 Mcal/kg); T2: sistema de energía neta baja (Inicio: ENb 2.06 Mcal/kg; Crecimiento: ENb 2.09 Mcal/kg); T3: sistema de energía neta media (Inicio: ENm 2.10 Mcal/kg; Crecimiento: ENm 2.13 Mcal/kg).

*. *Etapa de inicio*

*** Etapa de crecimiento*

5.1.2. Consumo de alimento

El consumo de alimento semanal se observa en la tabla 8, donde a la evaluación de los resultados se aprecia que no existen diferencias significativas entre los tratamientos (p>0.05) (ver anexos 11 a 24), implicando ello que no hubo efecto del sistema de energía empleado sobre el consumo de alimento. A la finalización de la etapa de inicio (a los 21 días), los pollos alcanzaron un consumo promedio de 417.35 ± 1.4 g; 397.94 ± 9.1 g, y 399.0 ± 38.3 g, para el tratamiento T1, T2 y T3 respectivamente. Arjona (2019) utilizó el mismo sistema de energía propuesto para el tratamiento uno (2.90 Mcal/kg) y encontró un consumo promedio de 1254.55 g para pollos de 21 días, siendo superior a lo encontrado en el presente estudio, al compararse con la utilización de energía metabolizable. Este mismo comportamiento fue observado en la etapa de crecimiento, donde no se encontraron diferencias estadísticas significativas (p>0.05) entre los tratamientos, siendo el consumo promedio 755.9 ± 97.3 g, 708.6 ± 15.9 g, y 648.9 ± 43.0 g, para los tratamientos

T1, T2 y T3 respectivamente. Numéricamente, se aprecia una tendencia a lograr mayores consumos con los sistemas de energía metabolizable, principalmente con la mayor densidad energética.

Es sabido que el principal mecanismo de regulación de consumo de alimento en pollos, viene a ser la energía, lo que implicaría que se dio una mejor regulación de la misma con el sistema de energía neta, puesto que la tendencia observada es a un menor consumo sobre todo con el nivel de energía neta más alto.

Tabla 8. Consumo de Alimentos Semanal Promedio por Tratamiento (g) por Pollo

Tratamiento	14 días*	21 días*	28 días**	35 días**
T1	256.20 a ± 2.80	417.35 a ± 1.40	654.10 a ± 11.20	755.90 a ± 97.30
T2	253.60 a ± 2.60	397.94 a ± 9.10	655.40 a ± 51.80	708.60 a ± 15.90
T3	250.60 a ± 4.30	399.00 a ± 38.30	622.90 a ± 33.60	648.90 a ± 43.00
Valor – p	0.39	0.67	0.64	0.36

Nota: a: letras iguales en la misma columna indican que no hay diferencias significativas ($P > 0.05$). T1: Sistema de energía metabolizable (Inicio: EM 2.90 Mcal/kg; Crecimiento: EM 2.95 Mcal/kg); T2: sistema de energía neta baja (Inicio: ENb 2.06 Mcal/kg; Crecimiento: ENb 2.09 Mcal/kg); T3: sistema de energía neta media (Inicio: ENm 2.10 Mcal/kg; Crecimiento: ENm 2.13 Mcal/kg).

*Etapa de inicio

** Etapa de crecimiento

5.1.3. Consumo de Alimento por Etapa

El consumo de alimento por etapa se observa en la tabla 9, donde a la evaluación de los resultados se aprecia que no existen diferencias significativas entre los tratamientos ($p > 0.05$), lo cual significa que el sistema de energía utilizado no tiene ningún efecto sobre el consumo de alimento por etapa. A la finalización de la etapa de inicio (a los 21 días), los pollos alcanzaron un consumo promedio de 673.6 ± 1.4 g; 651.5 ± 11.7 g, y 649.5 ± 42.6 g, para el tratamiento T1, T2 y T3 respectivamente. Arjona (2019) utilizó el mismo sistema de energía propuesto para el tratamiento uno (2.90 Mcal/kg) y encontró un consumo promedio de 1254.55 g para pollos de 21 días, siendo superior a lo encontrado en el presente estudio, al compararse con la utilización de

energía metabolizable. Este mismo comportamiento fue observado en la etapa de crecimiento, donde no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p>0.05$) entre los tratamientos, siendo el consumo promedio 1409.9 ± 108.5 g; 1364 ± 67.7 g, y 1271.8 ± 76.6 g para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente.

Asimismo, a la comparación del consumo total entre etapas, no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p>0.05$) entre los tratamientos, siendo los pesos promedios, 2083.5 ± 109.8 g; 2015.5 ± 79.3 g, y 1921.3 ± 119.3 g, para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente. Numéricamente, se aprecia una tendencia a lograr mayores consumos con los sistemas de energía metabolizable, principalmente con la mayor densidad energética.

Tabla 9. Consumo de Alimento de Pollos con Diferentes Niveles de Energía de Acuerdo a Etapas de Inicio y Crecimiento (g/pollo).

Tratamiento	Inicio	Crecimiento	Total
T1	673.60 a \pm 1.40	1409.90 a \pm 108.50	2083.50 a \pm 109.80
T2	651.50 a \pm 11.70	1364 a \pm 67.70	2015.50 a \pm 79.30
T3	649.50 a \pm 42.60	1271.80 a \pm 76.60	1921.30 a \pm 119.30
Valor – p	0.63	0.39	0.41

a: letras iguales en la misma columna indican que no hay diferencias significativas ($P>0.05$). T1: Sistema de energía metabolizable (Inicio: EM 2.90 Mcal/kg; Crecimiento: EM 2.95 Mcal/kg); T2: sistema de energía neta baja (Inicio: ENb 2.06 Mcal/kg; Crecimiento: ENb 2.09 Mcal/kg); T3: sistema de energía neta media (Inicio: ENm 2.10 Mcal/kg; Crecimiento: ENm 2.13 Mcal/kg).

5.1.4. Ganancia de peso

La ganancia de peso semanal se observa en la tabla 10, donde a la evaluación de los resultados se aprecia que no existen diferencias significativas entre los tratamientos ($p>0.05$) (ver anexos 25 a 38), es decir, que no hubo efecto del sistema de energía empleado sobre la ganancia de peso. A la finalización de la etapa de inicio (a los 21 días), los pollos alcanzaron una ganancia de peso promedio de 274.3 ± 48.2 g; 279.5 ± 41.9 g, y 268.2 ± 26.9 g para el tratamiento T1, T2 y T3 respectivamente. Arjona (2019) utilizó el mismo sistema de energía propuesto para el

tratamiento uno (2.90 Mcal/kg) y encontró una ganancia de peso promedio de 706.70 g para pollos de 21 días siendo superior a lo encontrado en el presente estudio, al compararse con la utilización de energía metabolizable. Este mismo comportamiento fue observado en la etapa de crecimiento, donde no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p>0.05$) entre los tratamientos, siendo la ganancia de peso promedio 403.9 ± 9.4 g; 411.6 ± 8.1 g, y 411.2 ± 35.7 g, para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente. Numéricamente, se aprecia una tendencia a lograr mayores ganancias de peso con los sistemas de energía neta.

Tabla 10. *Ganancia de Peso de los Pollos con Diferentes Niveles de Energía de Acuerdo a la Edad (g).*

Tratamiento	14 días*	21 días*	28 días**	35 días**
T1	168.20 a \pm 16.00	274.30 a \pm 48.20	416.60 a \pm 57.40	403.90 a \pm 9.40
T2	176.40 a \pm 21.10	279.50 a \pm 41.90	380.80 a \pm 30.10	411.60 a \pm 8.10
T3	192.50 a \pm 7.40	268.20 a \pm 26.90	417.60 a \pm 0.20	411.20 a \pm 35.70
Valor – p	0.41	0.96	0.59	0.93

Nota: a: letras iguales en la misma columna indican que no hay diferencias significativas ($P>0.05$). T1: Sistema de energía metabolizable (Inicio: EM 2.90 Mcal/kg; Crecimiento: EM 2.95 Mcal/kg); T2: sistema de energía neta baja (Inicio: ENb 2.06 Mcal/kg; Crecimiento: ENb 2.09 Mcal/kg); T3: sistema de energía neta media (Inicio: ENm 2.10 Mcal/kg; Crecimiento: ENm 2.13 Mcal/kg).

**Etapa de inicio*

*** Etapa de crecimiento*

5.1.5. Ganancia de peso por etapa

La ganancia de peso por etapa se observa en la tabla 11, donde a la evaluación de los resultados se aprecia que no existen diferencias significativas entre los tratamientos ($p>0.05$), lo cual significa que el sistema de energía utilizado no tiene ningún efecto sobre la ganancia de peso por etapa. A la finalización de la etapa de inicio (a los 21 días), los pollos alcanzaron una ganancia de peso promedio por etapa de 442.6 ± 32.1 g; 456.0 ± 63.0 g, y 460.7 ± 19.5 g para el tratamiento T1, T2 y T3 respectivamente. Arjona (2019) utilizó el mismo sistema de energía propuesto para el tratamiento uno (2.90 Mcal/kg) y encontró una ganancia de peso promedio de 706.70 g para pollos

de 21 días, siendo superior a lo encontrado en el presente estudio, al compararse con la utilización de energía metabolizable.

Este mismo comportamiento fue observado en la etapa de crecimiento, donde no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p>0.05$) entre los tratamientos, siendo la ganancia de peso promedios 820.6 ± 48.0 g; 792.3 ± 38.1 g, y 828.7 ± 35.9 g para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente. Asimismo, al comparar la ganancia de peso total entre etapas no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p>0.05$) entre los tratamientos, siendo la ganancia de peso promedio, 1263.2 ± 15.8 g; 1248.3 ± 24.9 g, y 1289.4 ± 16.5 g para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente. Numéricamente, se aprecia una tendencia a lograr mayor ganancia de peso por etapa con los sistemas de energía neta, principalmente con la mayor densidad energética.

Tabla 11. *Ganancia de Peso de Pollo Cobb 500 con Diferentes Niveles de Energía de Acuerdo a Etapas de Inicio y Crecimiento (g).*

Tratamiento	Inicio	Crecimiento	Total
T1	442.60 a \pm 32.10	820.60 a \pm 48.00	1263.20 a \pm 15.80
T2	456.00 a \pm 63.00	792.30 a \pm 38.10	1248.30 a \pm 24.90
T3	460.70 a \pm 19.50	828.70 a \pm 35.90	1289.40 a \pm 16.50
Valor – p	0.91	0.68	0.25

a: letras iguales en la misma columna indican que no hay diferencias significativas ($P>0.05$). T1: Sistema de energía metabolizable (Inicio: EM 2.90 Mcal/kg; Crecimiento: EM 2.95 Mcal/kg); T2: sistema de energía neta baja (Inicio: ENb 2.06 Mcal/kg; Crecimiento: ENb 2.09 Mcal/kg); T3: sistema de energía neta media (Inicio: ENm 2.10 Mcal/kg; Crecimiento: ENm 2.13 Mcal/kg).

5.1.6. Evaluar la conversión alimenticia

La conversión alimenticia semanal se observa en la tabla 12, donde a la evaluación de los resultados se aprecia que no existen diferencias significativas entre los tratamientos ($p>0.05$) (ver anexos 36 a 52), es decir, que no hubo efecto del sistema de energía empleado sobre la conversión alimenticia. A la finalización de la etapa de inicio (a los 21 días), los pollos alcanzaron una conversión alimenticia promedio de 1.55 ± 0.27 g; 1.44 ± 0.25 g, y 1.50 ± 0.29 g para el tratamiento

T1, T2 y T3 respectivamente. Arjona (2019) utilizó el mismo sistema de energía propuesto para el tratamiento uno (2.90 Mcal/kg) y encontró una conversión alimenticia promedio de 1.78 g para pollos de 21 días, siendo superior a lo encontrado en el presente estudio, al compararse con la utilización de energía metabolizable. Este mismo comportamiento fue observado en la etapa de crecimiento, donde no encontraron diferencias estadísticas significativas ($p>0.05$) entre los tratamientos, siendo la conversión alimenticia promedio 1.87 ± 0.29 g; 1.72 ± 0.01 g, y 1.58 ± 0.03 g, para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente. Numéricamente, se aprecia una tendencia a lograr una mejor conversión alimenticia con los sistemas de energía neta.

Tabla 12. *Conversión Alimenticia de los Pollos con Diferentes Niveles de Energía de Acuerdo a la Edad (g).*

Tratamiento	14 días*	21 días*	28 días**	35 días**
T1	1.53 a \pm 0.13	1.55 a \pm 0.27	1.58 a \pm 0.19	1.87 a \pm 0.29
T2	1.45 a \pm 0.19	1.44 a \pm 0.25	1.72 a \pm 0.00	1.72 a \pm 0.01
T3	1.30 a \pm 0.03	1.50 a \pm 0.29	1.49 a \pm 0.08	1.58 a \pm 0.03
Valor – p	0.35	0.93	0.29	0.34

Nota. a: letras iguales en la misma columna indican que no hay diferencias significativas ($P>0.05$). T1: Sistema de energía metabolizable (Inicio: EM 2.90 Mcal/kg; Crecimiento: EM 2.95 Mcal/kg); T2: sistema de energía neta baja (Inicio: ENb 2.06 Mcal/kg; Crecimiento: ENb 2.09 Mcal/kg); T3: sistema de energía neta media (Inicio: ENm 2.10 Mcal/kg; Crecimiento: ENm 2.13 Mcal/kg).

*Etapa de inicio

** Etapa de crecimiento

5.1.7. Conversión alimenticia por etapa

La conversión alimenticia por etapa se observa en la tabla 13, donde a la evaluación de los resultados se aprecia que no existen diferencias significativas entre los tratamientos ($p>0.05$), lo cual significa que el sistema de energía utilizado no tuvo efecto sobre la conversión alimenticia por etapa. A la finalización de la etapa de inicio (a los 21 días), los pollos alcanzaron una conversión alimenticia promedio de 1.53 ± 0.11 g; 1.44 ± 0.23 g, y 1.41 ± 0.15 g para el tratamiento T1, T2 y T3 respectivamente. Arjona (2019) utilizó el mismo sistema de energía propuesto para el tratamiento uno (2.90 Mcal/kg) en el presente estudio, y encontró una conversión alimenticia

promedio de 1.78 g para pollos de 21 días, siendo superior a lo encontrado en el presente estudio, al compararse con la utilización de energía metabolizable.

Este mismo comportamiento fue observado en la etapa de crecimiento, donde se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) entre los tratamientos, siendo la conversión alimenticia promedio 1.72 ± 0.03 g; 1.72 ± 0.00 g, y 1.53 ± 0.03 g para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente. Al comparar la conversión alimenticia total entre etapas no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) entre los tratamientos, siendo la conversión alimenticia promedio 1.65 ± 0.07 g; 1.62 ± 0.09 g, y 1.49 ± 0.07 g para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente. Numéricamente, se aprecia una tendencia a lograr mejor conversión alimenticia por etapa con los sistemas de energía neta.

Tabla 13 Conversión alimenticia de pollos con diferentes niveles de energía de acuerdo a etapas de Inicio y Crecimiento (g).

Tratamiento	Inicio	Crecimiento	Total
T1	1.53 a \pm 0.11	1.72 a \pm 0.03	1.65 a \pm 0.07
T2	1.44 a \pm 0.23	1.72 a \pm 0.00	1.62 a \pm 0.09
T3	1.41 a \pm 0.15	1.53 b \pm 0.03	1.49 a \pm 0.07
Valor – p	0.80	0.01	0.25

a: letras iguales en la misma columna indican que no hay diferencias significativas ($P > 0.05$). T1: Sistema de energía metabolizable (Inicio: EM 2.90 Mcal/kg; Crecimiento: EM 2.95 Mcal/kg); T2: sistema de energía neta baja (Inicio: ENb 2.06 Mcal/kg; Crecimiento: ENb 2.09 Mcal/kg); T3: sistema de energía neta media (Inicio: ENm 2.10 Mcal/kg; Crecimiento: ENm 2.13 Mcal/kg).

5.1.8. Rendimiento de carcasa, pechuga, vísceras y grasa abdominal

Los resultados de rendimiento de carcasa, vísceras y grasa abdominal se observan en la tabla 14. Para peso vivo, peso de carcasa, peso de grasa y peso de pechuga no se encontró diferencias significativas ($p > 0.05$) (ver anexos 53 a 62) entre los tratamientos. Al final de la investigación (a los 35 días), los pollos alcanzaron un rendimiento de carcasa promedio de 1213.7 ± 43.7 g; 1168.0 ± 81.4 g, y 1215.7 ± 50.8 g para el tratamiento T1, T2 y T3 respectivamente.

Arjona (2019) utilizó el mismo sistema de energía propuesto para el tratamiento uno (2.90 Mcal/kg), y encontró este mismo comportamiento, al compararse rendimiento de carcasa.

Para el peso de vísceras, la prueba de comparación de medias por Tukey, muestra diferencia significativa entre los tratamientos, siendo el rendimiento mayor con el sistema de energía metabolizable, siendo los pesos promedios de 179.40 ± 5.6 g; 151.37 ± 6.9 g, y 169.07 ± 13.1 g para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente.

Tabla 14. Rendimiento de Peso de Carcasa, Peso de Pechuga, Peso de Vísceras y Peso de Grasa Abdominal de Pollos con Diferentes Niveles de Energía.

Tratamiento	Peso vivo (g)	Carcasa (g)	Viscera (g)	Grasa (g)	Pechuga (g)
T1	1512.0 a \pm 66.6	1213.7 a \pm 43.7	179.4 a \pm 5.6	26.8 a \pm 2.6	378.6 a \pm 14.9
T2	1464.0a \pm 56.0	1168.0 a \pm 81.4	151.4 ab \pm 6.9	40.9 a \pm 22.6	356.6 a \pm 43.9
T3	1527.3 a \pm 83.1	1215.7 a \pm 50.8	169.1 b \pm 13.1	33.2 a \pm 9.2	394.3 a \pm 20.6
Valor – p	0.54	0.58	0.03	0.52	0.35

Nota: a: letras iguales en la misma columna indican que no hay diferencias significativas ($P > 0.05$); ab: letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ($P < 0.05$). T1: Sistema de energía metabolizable (Inicio: EM 2.90 Mcal/kg; Crecimiento: EM 2.95 Mcal/kg); T2: sistema de energía neta baja (Inicio: ENb 2.06 Mcal/kg; Crecimiento: ENb 2.09 Mcal/kg); T3: sistema de energía neta media (Inicio: ENm 2.10 Mcal/kg; Crecimiento: ENm 2.13 Mcal/kg).

5.2. Determinación de energía retenida en la bomba calorimétrica

La energía retenida encontrados en este estudio para la etapa de inicio fue de 25 %, 18 % y 28 % para tratamientos T1: energía metabolizable con 2.90 Mcal/kg, T2: energía neta baja con 2.06 Mcal/kg y T3: energía neta media con 2.10 Mcal/kg respectivamente; y para la etapa de crecimiento, 41.6 %, 35.4 % y 39.1 % para el T1: energía metabolizable con 2.95 Mcal/kg, T2: energía neta baja con 2.09 Mcal/kg y T3: energía neta media con 2.13 Mcal/kg respectivamente.

Tabla 15 Determinación de energía retenida en la bomba calorimétrica

T	Edad, días	Consumo, g MS	EB dieta, kcal/g	Consumo de EB, kcal	Peso vivo, g	% MS	Peso seco, g	EB, cal/g MS, carcasa	EB pollo kcal	ER, kcal/pollo	EB/ER, %
Pre Inicio	7	130.1	3942.9	512.8	138.3	21.3	29.4	5776.6	169.9	-	-
T1	21	672.6	3861.8	2597.5	582.9	24.7	144.1	5685.4	818.9	649.1	25.0
T1	35	1409.9	4024.0	5673.6	1403.4	30.7	431.4	5863.6	2529.4	2359.5	41.6
T2	21	651.5	4060.0	2645.1	592.2	20.3	120.4	5525.7	665.2	495.4	18.7
T2	35	1364.0	3927.4	5357.1	1384.5	25.9	358.5	5766.5	2068.2	1898.3	35.4
T3	21	649.5	4062.7	2638.9	596.8	27.2	162.2	5662.8	918.4	748.5	28.4
T3	35	1271.8	4135.6	5259.7	1425.5	26.6	379.1	5878.5	2228.6	2058.7	39.1

Nota: T1: sistema de energía metabolizable; T2: sistema de energía neta baja; T3: sistema de energía neta media; g: gramos; MS: materia seca; EB: energía bruta; consumo de EB, kcal = (consumo, g MS * EB dieta, kcal/g) / 1000; peso seco = (peso vivo, g * % MS) / 100; EB pollo kcal = (peso seco, g * EB pollo kcal) / 1000; EB/ER% = (ER, kcal/pollo / consumo, g MS) * 100; T: Tratamiento.

5.3. Evaluación económica de alimentación con los dos sistemas de energía

La evaluación económica se observa en la tabla 16. El balance económico a los 35 días fue de S/. 4.31 nuevos soles por kilo de pollo para el sistema de energía neta media (tratamiento tres), S/. 4.16 nuevos soles por kilo de pollo para el sistema de energía metabolizable (tratamiento uno) y S/. 3.86 nuevos soles por kilo de pollo para el sistema de energía neta baja (tratamiento dos). La evaluación se realizó considerando precios de los insumos actualizados al mes de marzo del 2023, así mismo se consideró el precio del kg de peso vivo a S/ 7.50 nuevos soles en galpón.

Tabla 16. Evaluación Económica por Tratamiento

Ítem	Tratamiento		
	T1	T2	T3
INGRESOS	10.53	10.38	10.69
Peso vivo promedio (kg)	1403.42	1384.53	1425.53
Precio por Kg de peso vivo (S/.)	7.50	7.50	7.50
Ingreso bruto por pollo (S/.)	10.53	10.38	10.69
EGRESOS	6.36	6.52	6.38
ETAPA DE INICIO	1.44	1.49	1.51
Cantidad de alimento consumido (kg)	0.67	0.65	0.65
Precio de alimento/kg (S/.)	2.13	2.29	2.33
ETAPA DE CRECIMIENTO	2.99	3.10	2.93
Cantidad de alimento consumido (kg)	1.41	1.36	1.27
Precio de alimento/kg (S/.)	2.12	2.27	2.30
ADAPTACIÓN	1.94	1.94	1.94
Alimentos (S/.)	0.04	0.04	0.04
Compra pollo BB (S/.)	1.90	1.90	1.90
Balance económico (S/.)	4.16	3.86	4.31
Ingreso por pollo (S/.)	10.53	10.38	10.69
Egresos (S/.)	1.94	1.94	1.94
RETRIBUCIÓN (%)	100.00	92.73	103.5

Nota. El cuadro anterior de elaboración propia (2023) sugiere que los ingresos por pollo se mantienen estables, con un balance económico positivo y retribución favorable. Dónde: T1: EM; T2: ENb; T3: ENm.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

1. Los sistemas de energía evaluados (metabolizable y neta), no mostraron diferencias en la respuesta productiva (peso vivo, ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia) en los pollos, sin embargo, se aprecia una tendencia a mejores respuestas con el sistema de energía neta.
2. Los valores de la energía retenida fueron de 41.6%, 35.4% y 39.1% para T1, T2 y T3, respectivamente a los 35 días de edad.
3. La retribución económica fue mayor con el sistema de energía neta (103.5%) frente al de la energía metabolizable.

CAPITULO VII

RECOMENDACIONES

- Se sugiere seguir realizando estudio para establecer el valor energético expresado en energía neta de los ingredientes utilizados en la alimentación de aves.
- Realizar estudios para establecer modelos que permitan estimar los requerimientos de energía en pollos, expresados en términos de energía neta.
- Se sugiere seguir investigando el uso de la energía neta para pollos en condiciones de altura.
- Se sugiere evaluar de manera continua los costos y beneficios asociados con la aplicación de sistemas de energía metabolizable y neta para tomar decisiones informadas y optimizar la eficiencia económica en la producción avícola.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, M. (2023). Densidad de nutrientes y su efecto sobre el comportamiento productivo y partición de energía en pollos Cobb 500®". Panamá: Universidad de Panamá.
- AOAC. (2005). Official method of Analysis. Association of Officiating Analytical Chemists.
- Arias, R. (1993). Necesidades Energéticas y Proteínas de los Rumiantes. Zaragoza - España: Acriba, S.A. .
- Arjona, M. (2019). Comportamiento productivo y metabolismo energético de pollos de engorde alimentados con dietas con diferentes densidades de nutrientes.
- Arroyo, W. (2011). Determinación de la energía metabolizable de tres harinas especiales de pescado en pollos de carne por el método de colección total y fibra cruda. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Azevedo, R., Alburquerque, R., Kobashigawa, E., & Azevedo, V. (2009). Efeitos de diferentes relações dietéticas de energiametabolizável: proteína bruta e do peso inicial depintos sobre o desempenho e o rendimento decarçaça em frangos de corte fêmeas. <https://www.revistas.usp.br/bjvras/article/view/26751>.
- Bondi, A. (1989). Nutrición Animal en Aves de Carne. España: Acriba S. A.
- Choct, M. (2004). The net energy value for commonly used plant ingredients for poultry in Australia. Australian Government. . Rural Industries Research and Development Corporation. RIRDC, 58.
- Correa, M. (2005). Determinación de Energía Metabolizable en Aves. Chile.
- Cuca, M. (2015). La alimentación de aves de corral. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 50-56.
- De Lange, C. (2005). Caracterización del contenido de energía útil en ingredientes de alimentos para cerdos y aves. Revista canadiense de ciencia animal, 269-280.
- Francesch, M. (2001). Sistemas para la valoración energética de los alimentos en aves. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal, 35-42.
- Fraps, G. (1946). Composición y energía productiva de los alimentos y raciones avícolas. Texas: Colección Agricultor.
- Johnson, R. (1987). Metabolizable energy: recent research with poultry. Recent Developments in Animal Nutrition, 228-243.
- Li, L. (2018). Methodologies on estimating the energy requirements for maintenance and determining the net energy contents of feed ingredients in swine: a review of recent work. Journal of animal science and biotechnology, 1-13.
- Liu, L. (2017). Estimación del requerimiento neto de energía para mantenimiento en pollos de engorde. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 849-856.
- Lofgreen, G. (1968). Un sistema para expresar los requerimientos de energía neta y los valores alimenticios para el crecimiento y finalización del ganado de carne. Revista de ciencia animal, 793-806.
- López, G. (2008). Distribución de energía en pollos de engorde. Revista canadiense de ciencia animal, 205-212.

- Marin, A. (2012). *Valoración de Energía de Alimentos*. España: Universidad Cordova.
- Moreira, A. (2018). *Guía práctica para el manejo de pollo de engorda*. Doctoral dissertation, 8-14.
- Moscoso, J. (2021). *Energía neta de ingredientes en pollos de carne y validación de un modelo para estimar el requerimiento de energía neta*.
- Moscoso, J., Gomez, O., & Guevara, V. (2021). *Contenido de energía metabolizable y energía neta del maíz, subproducto de trigo, harina de soya, harina de pescado y aceite de soya para pollos de carne*. *Scientia Agropecuaria*, 335-344.
- Musharaf, A. (1999). *Heat increment as affected by protein and amino acid nutrition*. *World's Poultry Science Journal*, 233-240.
- Noblet. (2015). *Comparative interests and limits of metabolizable energy and net energy for evaluating poultry and pig feeds*. *European Symposium on Poultry Nutrition*, 20.
- Noblet, J. (1993). *Metabolic utilization of dietary energy and nutrients for maintenance energy requirements in sows: basis for a net energy system*. *British Journal of Nutrition*, 407-419.
- Noblet, K. (1999). *Metabolic utilization of energy and maintenance requirements in growing pigs: effects of sex and genotype*. *Journal of Animal Science*, 1208-1216.
- NRC. (1930). *Energética nutricional de los animales domésticos y glosario de términos energéticos*. Washington, D.C. USA.: Edited by National Academy of Sciences.
- NRC. (1994). *Nutrient Requirements of Poultry (9 ed.)*. (1. National Academies Press, Ed.) Washington.
- NTP 201.054. (2009). *Normas Técnicas Peruanas*. Lima.
- Priyankarage, R. (2011). *Energy, energy requirement and different energy systems in poultry*. *SL Vet. Journal*, 1-22.
- Reeds, J. (1982). *Energy costs of protein and fatty acid synthesis*. *Proceedings of the Nutrition Society*, 55-59.
- Rivera, N. (2011). *Dynamics of energy utilization in male and female turkeys during growth*. *Animal, The International Journal of Animal Biosciences*, 202-210.
- Rodriguez, E. (2005). *Requerimiento Energetico en aves*. *Revista Ciencias Veterinarias*, 61-73.
- Rojas, S. (1981). *Valores energéticos metabolizables de la harina y aceite de anchoveta para pollitos*. *Ciencia avícola*, 2274-2277.
- Rueda, S., & Giraldo, A. (2018). *Energía metabolizable del grano integral en pollos de engorde*. *Veterinaria y Zootecnia*.
- Sakomura, N. (2003). *Modelado de la utilización de energía metabolizable en pollitas reproductoras de pollos de engorde*. *Ciencia avícola*, 419-427.
- Shatnawi, K. (2014). *Investigation of energy partitioning in modern broiler chickens*. New Zealand: Massey University.
- Shimada, A. (2005). *Nutricion Animal*. México: Trillas.
- Sibbald, R. (1982). *Medición de la energía biodisponible en alimentos para aves de corral*. 983-1048: *Revista Canadiense*.
- Swick, R. (2013). *Implicaciones y desarrollo de un sistema de energía neta para pollos de engorde*. *Anim. Pinchar. Sci*, 1231.

- Torres, D. (2018). Exigencias Nutricionales de Proteína Bruta y Energía Metabolizable para Pollos de engorde. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 106 - 106.
- Van Milgen, J., Labussière, E., & Noblet, J. (2018). Bioavailability of the dietary energy component. Department of Animal Biosciences, University of Guelph, Guelph, Canada, 0-31.
- Wolynetz, M. (1986). Necesidad de experimentos comparativos de sacrificio en la investigación avícola. *Ciencia avícola*, 1961-1972.
- Zuidhof, M. (2019). A review of dietary metabolizable and net energy: Uncoupling heat production and retained energy. *J. Appl. Poult. Res*, 231-241.
- Zuidhof, M. (2019). Una revisión de la energía neta y metabolizable de la dieta: desacoplamiento de la producción de calor y la energía retenida. Departamento de Ciencias Agrícolas, Alimentarias y Nutricionales Universidad de Alberta, Edmonton, AB T6G 2P5, 231-241.

ANEXOS

Anexo 1: Instalaciones



Análisis de Parámetros Productivos

Anexo 2: Análisis de varianza peso vivo, 7 días, g

Fuente	GL	Suma Cuadro	Cuadrado de la Media	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	22.36	11.181	2.03	0.277
Error	3	16.52	5.507		
Total	5	38.88			

Nota: el cuadro de elaboración propia señala que el análisis de varianza no revela diferencias significativas en el peso vivo a los 7 días

Anexo 3: Comparación de medias de peso vivo por prueba de Tukey a los 7 días

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1	2	140.27	A
T2	2	136.208	A
T3	2	136.14	A

Nota: el cuadro de elaboración propia señala que no hay diferencias significativas en el peso vivo a los 7 días entre los tratamientos.

Anexo 4: Análisis de varianza peso vivo, 14 días, g.

Fuente	GL	Suma Cuadro	Cuadrado de la Media	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	450.4	225.2	0.81	0.524
Error	3	836.5	278.8		
Total	5	1287.0			

Nota: Elaboración propia

Anexo 5: Comparación de medias de peso vivo por prueba de Tukey de 14 días.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1	2	328.60	A
T2	2	312.6	A
T3	2	308.5	A

Nota: El cuadro de elaboración propia señala que no hay diferencias significativas entre los tratamientos según el análisis de varianza ($p > 0.05$).

Anexo 6: Análisis de Varianza peso vivo, 21 días, g

Fuente	GL	Suma Cuadro	Cuadrado de la Media	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	202.1	101.1	0.06	0.942
Error	3	5012.5	1670.8		
Total	5	5214.6			

Nota: Elaboración propia

Anexo 7: Comparación de medias de peso vivo por prueba de Tukey de 21 días.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1	2	596.8	A
T2	2	592.2	A
T3	2	582.8	A

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 8: Análisis de Varianza peso vivo, 28 días, g.

Fuente	GL	Suma Cuadro	Cuadrado de la Media	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	1759	879.4	1.32	0.388
Error	3	1999	666.4		
Total	5	3758			

Nota: Elaboración propia

Anexo 9: Comparación de medias de peso vivo por prueba de Tukey de 28 días.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1	2	1014.4	A
T2	2	999.5	A
T3	2	973.0	A

Nota: Las medias que no compartan una letra son significativamente diferentes.

Anexo 10: Análisis de Varianza de peso vivo, 35 días, g

Fuente	GL	Suma Cuadro	Cuadrado de la Media	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	1685	842.4	1.98	0.283
Error	3	1276	425.2		
Total	5	2960			

Nota: Elaboración propia

Anexo 11: Comparación de medias de peso vivo por prueba de Tukey de 28 días.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1	2	1425.5	A
T2	2	1403.4	A
T3	2	1384.5	A

Nota: Las medias que no compartan una letra son significativamente diferentes.

Consumo de Alimento

Anexo 12: Análisis de Varianza del consumo de alimento, 14 días, g.

Fuente	GL	Suma Cuadro	Cuadrado de la Media	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	32.01	16.01	1.48	0.358
Error	3	32.51	10.84		
Total	5	64.52			

Nota: Elaboración propia

Anexo 13: Comparación de medias del consumo de alimento por prueba de Tukey de 14 días.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1	2	256.22	A
T2	2	253.56	A
T3	2	250.57	A

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 14: Análisis de Varianza del consumo de alimento, 21 días, g.

Fuente	GL	Suma Cuadro	Cuadrado de la Media	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	477.1	238.6	0.46	0.669
Error	3	1550.4	516.8		
Total	5	2027.5			

Nota: Elaboración propia

Anexo 15: Comparación de medias del consumo de alimento por prueba de Tukey de 21 días

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1	2	417.35	A
T2	2	399.0	A
T3	2	397.94	A

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Consumo de Alimento, 28 días, g

Anexo 16: Análisis de varianza del consumo de alimento, 28 días, g.

Fuente	GL	Suma Cuadro	Cuadrado de la Media	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	1352	675.9	0.51	0.642
Error	3	3940	1313.3		
Total	5	5292			

Nota: Elaboración propia

Anexo 17: Comparación de medias del consumo de alimento por prueba de Tukey de 28 días.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1	2	655.4	A
T2	2	654.05	A
T3	2	622.9	A

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 18: Análisis de varianza del consumo de alimento, 35 días, g.

Fuente	GL	Suma Cuadro	Cuadrado de la Media	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	11507	5753	1.49	0.355
Error	3	11570	3857		
Total	5	23077			

Nota: Elaboración propia

Anexo 19: Comparación de medias del consumo de alimento por prueba de Tukey de 35 días.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1	2	755.9	A
T2	2	708.6	A
T3	2	648.9	A

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 20: Análisis de varianza del consumo de alimento, etapa de inicio, g.

Fuente	GL	Suma Cuadro	Cuadrado de la Media	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	712.4	356.2	0.55	0.627
Error	3	1948.2	649.4		
Total	5	2660.6			

Nota: Elaboración propia

Anexo 21: Comparación de medias del consumo de alimento por prueba de Tukey de la etapa de inicio.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1	2	673.571	A
T2	2	651.51	A
T3	2	649.5	A

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 22: Análisis de varianza del consumo de alimento, etapa de crecimiento, g.

Fuente	GL	Suma Cuadro	Cuadrado de la Media	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	19800	9900	1.34	0.385
Error	3	22219	7406		
Total	5	42019			

Nota: Elaboración propia

Anexo 23: Comparación de medias del consumo de alimento por prueba de Tukey de la etapa de Crecimiento.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1	2	1409.9	A
T2	2	1364	A
T3	2	1271.8	A

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 24: Análisis de varianza del consumo de alimento, total de evaluación, g.

Fuente	GL	Suma Cuadro	Cuadrado de la Media	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	26534	13267	1.22	0.409
Error	3	32560	10853		
Total	5	59093			

Nota: Elaboración propia

Anexo 25: Comparación de medias del consumo total de alimento por prueba de Tukey

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1	2	2083.5	A
T2	2	2015.5	A
T3	2	1921.3	A

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Ganancia de Peso

Anexo 26: Análisis de varianza de ganancia de peso, 14 días, g.

Fuente	GL	Suma Cuadro	Cuadrado de la Media	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	607.5	303.7	1.20	0.413
Error	3	756.6	252.2		
Total	5	1364.0			

Nota: Elaboración propia

Anexo 27: Comparación de medias de ganancia de peso por prueba de Tukey de 14 días.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1	2	192.46	A
T2	2	176.4	A
T3	2	168.2	A

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 28: Análisis de varianza de ganancia de peso, 21 días, g.

Fuente	GL	Suma Cuadro	Cuadrado de la Media	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	129.1	64.56	0.04	0.961
Error	3	4799.1	1599.68		
Total	5	4928.2			

Nota: Elaboración propia

Anexo 29: Comparación de medias de ganancia de peso por prueba de Tukey de 21 días.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1	2	279.5	A
T2	2	274.3	A
T3	2	268.2	A

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 30: Análisis de varianza de ganancia de peso, 28 días, g.

Fuente	GL	Suma Cuadro	Cuadrado de la Media	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	1760	880.1	0.63	0.592
Error	3	4200	1400.0		
Total	5	5960			

Nota: Elaboración propia

Anexo 31: Comparación de medias de ganancia de peso por prueba de Tukey de 28 días.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1	2	417.550	A
T2	2	416.6	A
T3	2	380.8	A

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 32: Análisis de varianza de ganancia de peso, 35 días, g.

Fuente	GL	Suma Cuadro	Cuadrado de la Media	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	73.27	36.64	0.08	0.928
Error	3	1429.78	476.59		
Total	5	1503.05			

Nota: Elaboración propia

Anexo 33: Comparación de medias de ganancia de peso por prueba de Tukey de 35 días.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1	2	411.58	A
T2	2	411.2	A
T3	2	403.97	A

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 34: Análisis de varianza de ganancia de peso, etapa de inicio, g.

Fuente	GL	Suma Cuadro	Cuadrado de la Media	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	352.4	176.2	0.10	0.909
Error	3	5383.5	1794.5		
Total	5	5735.9			

Nota: Elaboración propia

Anexo 35: Comparación de medias de ganancia de peso por prueba de Tukey de la etapa de Inicio.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1	2	460.7	A
T2	2	456.0	A
T3	2	442.6	A

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 36: Análisis de varianza de ganancia de peso, etapa de crecimiento, g.

Fuente	GL	Suma Cuadro	Cuadrado de la Media	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	1460	729.9	0.43	0.683
Error	3	5047	1682.3		
Total	5	6506			

Nota: Elaboración propia

Anexo 37: Comparación de medias de ganancia de peso por prueba de Tukey de la etapa de Crecimiento.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1	2	828.7	A
T2	2	820.6	A
T3	2	792.3	A

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 38: Análisis de Varianza de ganancia de peso total, g.

Fuente	GL	Suma Cuadro	Cuadrado de la Media	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	1730	865.2	2.27	0.251
Error	3	1141	380.5		
Total	5	2872			

Nota: Elaboración propia

Anexo 39: Comparación de medias de ganancia de peso total por prueba de Tukey.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1	2	1289.4	A
T2	2	1263.2	A
T3	2	1248.3	A

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 40: Análisis de Varianza de conversión alimenticia, 14 días, g.

Fuente	GL	Suma Cuadro	Cuadrado de la Media	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	0.05282	0.02641	1.50	0.353
Error	3	0.05272	0.01757		
Total	5	0.10554			

Nota: Elaboración propia

Anexo 41: Comparación de medias de conversión alimenticia por prueba de Tukey de día 14.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1	2	1.5292	A
T2	2	1.448	A
T3	2	1.3024	A

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 42: Análisis de Varianza de conversión alimenticia, 21 días, g.

Fuente	GL	Suma Cuadro	Cuadrado de la Media	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	0.01059	0.005296	0.07	0.931
Error	3	0.21861	0.072869		
Total	5	0.22920			

Nota: Elaboración propia

Anexo 43: Comparación de medias de conversión alimenticia por prueba de Tukey de día 21.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1	2	1.545	A
T2	2	1.502	A
T3	2	1.442	A

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 44: Análisis de Varianza de conversión alimenticia, 28 días, g.

Fuente	GL	Suma Cuadro	Cuadrado de la Media	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	0.05346	0.02673	1.87	0.298
Error	3	0.04299	0.01433		
Total	5	0.09645			

Nota: Elaboración propia

Anexo 45: Comparación de medias de conversión alimenticia por prueba de Tukey de día 28.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1	2	1.72145	A
T2	2	1.583	A
T3	2	1.4918	A

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 46: Análisis de Varianza de conversión alimenticia, 35 días, g.

Fuente	GL	Suma Cuadro	Cuadrado de la Media	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	0.08707	0.04353	1.59	0.338
Error	3	0.08211	0.02737		
Total	5	0.16918			

Nota: Elaboración propia

Anexo 47: Comparación de medias de conversión alimenticia por prueba de Tukey de día 35.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1	2	1.874	A
T2	2	1.72162	A
T3	2	1.5795	A

Nota: según la prueba de Tukey realizada en el día 35, los tratamientos T1, T2 y T3 no muestran diferencias significativas en términos de conversión alimenticia, ya que comparten la misma letra "A".

Anexo 48: Análisis de Varianza de conversión alimenticia, etapa de inicio, g.

Fuente	GL	Suma Cuadro	Cuadrado de la Media	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	0.01358	0.006792	0.23	0.804
Error	3	0.08679	0.028930		
Total	5	0.10038			

Nota: Elaboración propia

Anexo 49: Comparación de medias de conversión alimenticia por prueba de Tukey de la etapa de Inicio.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1	2	1.526	A
T2	2	1.444	A
T3	2	1.413	A

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 50: Análisis de varianza de conversión alimenticia, etapa de crecimiento, g.

Fuente	GL	Suma Cuadro	Cuadrado de la Media	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	0.045819	0.022909	40.63	0.007
Error	3	0.001691	0.000564		
Total	5	0.047510			

Nota: Elaboración propia

Anexo 51: Comparación de medias de conversión alimenticia por prueba de Tukey de la etapa de Crecimiento.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1	2	1.7215	A
T2	2	1.7173	A
T3	2	1.5341	B

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 52: Análisis de varianza de conversión alimenticia total, g.

Fuente	GL	Suma Cuadro	Cuadrado de la Media	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	0.02826	0.014129	2.24	0.254
Error	3	0.01895	0.006316		
Total	5	0.04721			

Nota: Elaboración propia

Anexo 53: Comparación de medias de conversión alimenticia total por prueba de Tukey.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1	2	1.6490	A
T2	2	1.6156	A
T3	2	1.4896	A

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Rendimiento de Carcasa, Pechuga, Vísceras y Grasa Abdominal

Anexo 54: Análisis de Varianza de peso vivo del beneficio, 35 días, g.

Fuente	GL	Suma Cuadro	Cuadrado de la Media	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	6550	3275	0.68	0.542
Error	6	28949	4825		
Total	8	35499			

Nota: Elaboración propia

Anexo 55: Comparación de medias peso vivo de beneficio por prueba de Tukey.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1	3	1527.3	A
T2	3	1512.0	A
T3	3	1464.0	A

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 56: Análisis de Varianza de peso de carcasa, g.

Fuente	GL	Suma Cuadro	Cuadrado de la Media	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	4362	2181	0.59	0.584
Error	6	22241	3707		
Total	8	26603			

Nota: Elaboración propia

Anexo 57: Comparación de medias peso de carcasa por prueba de Tukey.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1	3	1215.7	A
T2	3	1213.7	A
T3	3	1168.0	A

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 58: Análisis de Varianza de peso de víscera, g.

Fuente	GL	Suma Cuadro	Cuadrado de la Media	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	1205.9	602.97	7.22	0.025
Error	6	500.9	83.49		
Total	8	1706.8			

Nota: Elaboración propia

Anexo 59: Comparación de medias peso de vísceras por prueba de Tukey

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1	3	179.40	A
T2	3	169.07	A B
T3	3	151.37	B

Nota: Elaboración propia

Anexo 60: Análisis de Varianza de peso de grasa, g.

Fuente	GL	Suma Cuadro	Cuadrado de la Media	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	297.8	148.9	0.74	0.515
Error	6	1204.0	200.7		
Total	8	1501.8			

Nota: Elaboración propia

Anexo 61: Comparación de medias peso de grasa por prueba de Tukey.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1	3	40.9	A
T2	3	33.17	A
T3	3	26.83	A

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 62: Análisis de Varianza de peso de pechuga, g.

Fuente	GL	Suma Cuadro	Cuadrado de la Media	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	2151	1075.7	1.25	0.351
Error	6	5155	859.1		
Total	8	7306			

Nota: Elaboración propia

Anexo 63: Comparación de medias peso de pechuga por prueba de Tukey.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1	3	394.3	A
T2	3	378.60	A
T3	3	356.6	A

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Precios unitarios y Costos de las raciones empleadas en el Estudio

Anexo 64: Precio de los Insumos

Ingredientes	Costos/Kg
Maíz	1.7
Torta de soya	2.5
Afrecho de trigo	1.2
L-Treonina	18
Aceite	6
Anticoccidiostato	22
Secuestrante de micotoxina	8.5
Fosfato dicálcico	5.5
Carbonato de Calcio	1
Sal	1.2
DI-Metionina	25
Lisina	13
Bicarbonato de sodio	7.5
Fungiban	9.15
Colina 60%	9

Nota: Elaboración propia

Anexo 65: Precio de Insumos de la etapa de inicio

Ingredientes	T1 Kg	T2 Kg	T3 kg
Maíz	79.49	93.50	72.52
Torta de soya	34.73	44.77	37.00
Afrecho de trigo	0.45	0.00	0.00
L-Treonina	0.09	0.12	0.10
Aceite	0.00	5.08	5.13
Anticoccidiostato	0.06	0.08	0.06
Secuestrante de micotoxina	0.06	0.08	0.06
Fosfato dicálcico	1.77	2.23	1.78
Carbonato de Calcio	1.59	1.97	1.60
Sal	0.28	0.35	0.29
DI-Metionina	0.36	0.46	0.37
Lisina	0.38	0.45	0.36
Bicarbonato de sodio	0.32	0.41	0.31
Fungiban	0.06	0.08	0.06
Colina 60%	0.12	0.15	0.12
Costo/kg	2.13	2.29	2.33

Nota: Elaboración propia

Anexo 66: Precio de Insumo de la Etapa de Crecimiento.

Ingredientes	T1 kg	T2 kg	T3 kg
Maíz	105.108	98.787	97.391
Torta de soya	39.278	40.592	40.882
L-Treonina	0.088	0.088	0.089
Aceite	0.065	5.106	6.220
Anticoccidiostato	0.075	0.075	0.075
Secuestrante de micotoxina	0.075	0.075	0.075
Fosfato dicálcico	1.494	1.509	1.513
Carbonato de Calcio	2.096	2.080	2.077
Sal	0.247	0.250	0.251
DI-Metionina	0.240	0.244	0.245
Lisina	0.250	0.225	0.219
Bicarbonato de sodio	0.463	0.447	0.443
Fungiban	0.075	0.075	0.075
Premix*	0.300	0.300	0.300
Colina 60%	0.150	0.150	0.150
Costo/kg.	2.12	2.27	2.30

Nota: Elaboración propia

Anexo 67: Costo Total de Consumo por Pollo de Inicio y Crecimiento

Etapa		T1	T2	T3
Inicio	(g)	673.6	651.5	649.5
Inicio	(kg)	0.6736	0.6515	0.6495
Costo	(kg)	2.13	2.29	2.33
Costo Inicio/pollo		1.44	1.49	1.51
Crecimiento	(g)	1409.9	1364.0	1271.8
Crecimiento	(kg)	1.410	1.364	1.272
Costo	(kg)	2.12	2.27	2.30
Costo Crecimiento/pollo		2.99	3.10	2.93
adaptación de 7 días	(g)	130.07	130.07	130.07
adaptación	(kg)	0.130	0.130	0.130
Costo	(kg)	0.30	0.30	0.30
Costo Adaptación/pollo		0.04	0.04	0.04
Costo total consumo/pollo		4.46	4.62	4.48

Nota: Elaboración propia