

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA



**EVALUACIÓN DE DIFERENTES CONCENTRACIONES DE ENERGÍA
METABOLIZABLE (Mcal/kg) EN RACIONES DE POLLOS CRIOLLOS
MEJORADOS EN FASE DE INICIO**

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERO ZOOTECNISTA**

**ELABABORADO POR:
FERNANDO JESUS VEGA LAURENTE**

TINGO MARÍA - PERÚ

2024



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
TINGO MARÍA
FACULTAD DE ZOOTECNIA
COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y TESIS



"Año del Bicentenario de la consolidación de nuestra Independencia y, de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

A las 07:00 p.m. del 01 de marzo de 2024 los Miembros del Jurado que suscriben, se reunieron para calificar la Tesis titulada **"EVALUACIÓN DE DIFERENTES CONCENTRACIONES DE ENERGÍA METABOLIZABLE (Mcal/kg) EN RACIONES DE POLLOS CRIOLLOS MEJORADOS EN FASE DE INICIO"**, presentada por el Bachiller en Ciencias Pecuarias **FERNANDO JESUS VEGA LAURENTE**.

Después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas, el Jurado declara **APROBADA LA TESIS** con el calificativo de **"MUY BUENO"**.

En consecuencia, el sustentante queda capacitado para optar el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ZOOTECNISTA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, y tramitado ante el Consejo Universitario, para el otorgamiento del Título, de conformidad con lo establecido en el Artículo 265°, inciso "b" del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 05 de marzo de 2024

Ing. M. Sc. **JUAN LAO GONZÁLES**
Presidente

Ph. D. **MEDARDO ANTONIO DÍAZ CÉSPEDES**
Miembro

Ing. **WALTER ALBERTO PAREDES ORELLANA**
Miembro

Dr. **RIZAL ALCIDES ROBLES HUAYNATE**
Asesor

Copia : Archivo

JLG/MADC/WAPO/RARH/slcp



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE INVESTIGACIÓN - DGI
REPOSITORIO INSTITUCIONAL - UNAS
Correo: repositorio@unas.edu.pe



“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 155 - 2024 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Zootecnia

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de Suficiencia Profesional	
-------	---	------------------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
EVALUACIÓN DE DIFERENTES CONCENTRACIONES DE ENERGÍA METABOLIZABLE (Mcal/kg) EN RACIONES DE POLLOS CRIOLLOS MEJORADOS EN FASE DE INICIO	FERNANDO JESUS VEGA LAURENTE	19 % Diecinueve

Tingo María, 10 de mayo de 2024


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
UNIDAD DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN
Dr. Tomas Meracho Mallqui
JEFE
C.C. Archivo



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
OFICINA DE INVESTIGACION**

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

**REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCION DEL
TITULO UNIVERSITARIO, INVESTIGACIÓN DOCENTE
Y TESISTA**

(Resol. N° 113-2019-CU-R-UNAS)

I. Datos Generales de Pregrado

Universidad	:	Universidad Nacional Agraria de la Selva.
Facultad	:	Facultad de Zootecnia.
Título de tesis	:	Evaluación de diferentes concentraciones de energía metabolizable (mcal/kg) en raciones de pollos criollos mejorados en fase de inicio.
Autor	:	Vega Laurente, Fernando Jesus.
Asesor de tesis	:	Robles Huaynate, Rizal Alcides.
Escuela Profesional	:	Zootecnia.
Programa de investigación	:	Producción Animal Sostenible.
Línea(s) de investigación	:	Producción, reproducción y mejoramiento de animales domésticos, silvestres y acuícolas en ecosistemas sostenibles.
Eje Temático	:	Producción Animal Sostenible
Lugar de ejecución	:	Tingo María, Huánuco.
Duración	:	Inicio : julio 2021 Término : agosto 2021
Financiamiento	:	FEDU : S/0.00 Propio : S/5,500.00 Otros : S/.0.00

Tingo María, Perú, mayo 2024.

Fernando J. Vega Laurente

Tesista

Rizal A. Robles Huaynate

Asesor

DEDICATORIA

A Dios, por bendecir mi vida, guiar mis pasos día a día y permitir que se cumplan todos mis proyectos y metas en esta vida.

A mis padres, Jonás Silva Huamán y Rut Domitila Malpartida Pérez, por otorgarme su gran aprecio, paciencia y apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida y las oportunidades de salir adelante. A mi familia por su gran compañía y su confianza puesta en mí.

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Facultad de Zootecnia, por permitirme desarrollar mis habilidades y formarme profesionalmente.

Al Dr. Rizal Robles Huaynate, por el asesoramiento y la predisposición de apoyo en el desarrollo de este trabajo.

Al M. Sc. Juan Lao Gonzales, Dr. Medardo Antonio Diaz Cespedes y al Ing. Walter Alberto Paredes Orellana, por la orientación y el apoyo en las correcciones necesarias para realizar el trabajo de investigación

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo general.....	1
1.2. Objetivos específicos	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Antecedentes	3
2.2. Bases teóricas.....	5
2.2.1. Generalidades de la avicultura.....	5
2.2.2. Alimentación de aves criollas	6
2.2.3. Necesidades nutricionales.....	7
2.2.4. Efectos del estrés calórico en pollos parrilleros	8
2.3. Bases conceptuales	9
2.3.1. Caloría.-	9
2.3.2. Kilocaloría.-	9
2.3.3. Megacaloría.-	9
2.3.4. Joule.-.....	9
2.3.5. Energía neta de mantenimiento.-	10
2.3.6. Energía neta de producción.-	10
2.3.7. Coeficiente de determinación.-	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS	11
3.1. Lugar y fecha de ejecución.....	11
3.2. Tipo de investigación	11
3.3. Animales experimentales	11
3.4. Instalaciones, equipos y materiales	11
3.5. Raciones experimentales y alimentación	12
3.6. Sanidad	12
3.7. Variable independiente.....	12

3.8. Tratamientos	12
3.9. Ubicación de los tratamientos y repeticiones.....	12
3.10. Diseño y análisis estadístico.....	14
3.11. Variables dependientes.....	14
3.12. Metodología	14
3.12.1. Consumo diario de alimento	14
3.12.2. Ganancia diaria de peso	14
3.12.3. Conversión alimenticia	15
3.12.4. Nivel óptimo de energía metabolizable en la ración.....	15
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
V. CONCLUSIONES	21
VI. PROPUESTAS A FUTURO	22
VII. REFERENCIAS.....	23
VIII. ANEXOS	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Raciones experimentales para pollos criollos mejorados en fase inicio de 1 a 28 días de edad	13
2. Desempeño zootécnico (promedio $\pm$ DE) de pollos criollos mejorados alimentados con raciones con diferentes niveles de energía metabolizable	16

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Tendencia lineal entre los niveles de energía metabolizable y el consumo diario de alimento.	16
2. Tendencia cuadrática entre los niveles de energía metabolizable y la ganancia diaria de peso.	16
3. Tendencia cuadrática entre los niveles de energía metabolizable y la conversión alimenticia.	17

EVALUACIÓN DE DIFERENTES CONCENTRACIONES DE ENERGÍA METABOLIZABLE (Mcal/kg) EN RACIONES DE POLLOS CRIOLLOS MEJORADOS EN FASE DE INICIO

RESUMEN

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, con el objetivo de evaluar el nivel óptimo de energía metabolizable para el desempeño productivo de pollos criollos mejorados machos y hembras en fase de inicio de 1 a 28 días de edad, alimentados con raciones que contenían 2.60, 2.70, 2.80, 2.90, 3.00, 3.10, Mcal/kg de energía metabolizable (EM). Se utilizaron 288 pollos criollos mejorados, con un peso inicial de 41.67 ± 06 g, distribuidos en un diseño completamente al azar con covariable para el peso inicial, con seis tratamientos, seis repeticiones y ocho pollos por repetición. Para determinar el nivel óptimo de energía metabolizable se usó la prueba de regresión cuadrática entre la variable independiente y las dependientes. Los resultados muestran que las aves que consumieron la dieta con 2.90 Mcal/kg tuvieron una mejor ganancia diaria de peso, por otro lado, el consumo diario de alimento fue disminuyendo conforme se incrementaba el nivel de EM. Considerando los coeficientes de determinación y la acumulación de dos variables como ganancia de peso y consumo de alimento para obtener la conversión alimenticia, se concluye que la exigencia de energía metabolizable para pollos criollos de ambos sexos de 1 a 28 días de edad es de 3.00 Mcal/kg.

Palabras clave: Consumo de alimento, sexo, crecimiento lento, nivel óptimo.

An Evaluation of the Different Concentrations of Metabolizable Energy (Mcal/kg) in Rations for Improved Creole Chickens During the Initial Phase

Abstract

The research work took place in the Rupa Rupa district of the Leoncio Prado province in the Huánuco department [of Peru], with the objective of evaluating the optimal level of metabolizable energy for the productive performance of male and female improved creole chickens during the initial phase, from one to twenty eight days of age, when fed with rations which contained 2.60, 2.70, 2.80, 2.90, 3.00, and 3.10, Mcal/kg of metabolizable energy (EM – acronym in Spanish). Two hundred eighty eight improved creole chickens, with an initial weight of 41.67 ± 06 g were used [and] distributed in a completely randomized design with a covariable for the initial weight, with six treatments, six repetitions, and eight chickens per repetition. In order to determine the optimal level of metabolizable energy, the quadratic regression test was used between the independent and the dependent variables. The results showed that the birds that consumed a diet of 2.90 Mcal/kg had a better daily weight gain; on the other hand, the daily feed consumption decreased as the level of EM increased. Considering the coefficient of determination and the accumulation of two variables, such as weight gain and daily feed consumption, in order to obtain the feed conversion, it was concluded that the metabolizable energy demand of creole chickens, for both sexes, from one to twenty eight days of age, was 3.00 Mcal/kg.

Keywords: feed consumption, sex, slow growth, optimal level

I. INTRODUCCIÓN

Según el Sistema Integrado de Estadística Agraria (SIEA, 2019) se verifica que anualmente en el Perú se genera 678'636,000 de pollos bebes y apenas 300,000 pollos son colocados en el departamento de Huánuco. Entretanto, en relación con pollos de chacra o F1, no se tiene registrado su producción; sin embargo, en el trópico se desarrollan tradicionalmente la crianza de gallinas de chacra y sus respectivos cruzamientos con líneas mejoradas.

Dentro del rubro de alimentación, los nutrientes más caros son la proteína (aminoácidos), seguido de la energía y fósforo; además que, la alimentación es responsable por el 65 a 70% de los costos totales de producción de aves; de esta forma, las concentraciones adecuadas de energía metabolizable (EM) en raciones son de vital importancia para la síntesis de proteína animal al más bajo costo. Por tanto, formular y ofrecer dietas con concentraciones de energía metabolizable según las necesidades reales de las aves es una tarea continua y esencial para mantener próspera la avicultura.

Las líneas genéticas y la edad son factores importantes y variables que influyen sobre la exigencia nutricional de la energía, de esta forma la cantidad de energía metabolizable es esencial para el animal, el cual le sirve para su mantenimiento y crecimiento, teniendo como principal función de soportar el gasto energético (combustible) para el mantenimiento de los principales parámetros fisiológicos y para la síntesis de proteína muscular. Una información exacta sobre las exigencias de energía metabolizable para aves en producción es la base inicial para la formulación de alimentos con balance adecuado de energía metabolizable.

Las necesidades nutricionales de pollos parrilleros fueron y son ampliamente estudiados, pero de las gallinas y pollos de chacra y de los respectivos F1, sus necesidades nutricionales son poco estudiadas y a la vez tienen una alta variación influenciada por la temperatura y otros parámetros bioclimatológicos del lugar donde se realiza la producción. Por ello, en este trabajo se tiene la siguiente interrogante:Cuál es la concentración óptima de energía metabolizable (Mcal/kg) en raciones de pollos criollos mejorados en fase de inicio de 1 a 28 días de edad; para ello, se plantea la siguiente hipótesis: La concentración de 2.75 Mcal/kg de EM en raciones de pollos criollos mejorados en fase de inicio, es óptimo para el rendimiento productivo.

1.1. Objetivo general

Evaluar diferentes concentraciones de energía metabolizable (Mcal/kg) en raciones de pollos criollos mejorados en fase de inicio de 1 a 28 días de edad.

1.2. Objetivos específicos

Determinar la ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia de pollos criollos mejorados en fase de inicio, alimentados con raciones con diferentes concentraciones de energía metabolizable (Mcal/kg).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

Vieira et al. (2023) estudiaron diferentes concentraciones de energía metabolizable (EM) en raciones de pollos criollos de crecimiento lento en fase inicial de 1 a 28 días de edad y determinaron 35.14 g/día de ingestión de alimento, 19.10 g/día de incremento de peso y 1.82 de factor de conversión alimenticia con la ración que contenía 3.10 Mcal/kg de EM en relación con las aves que consumieron raciones con 3.00 y 3.20 Mcal/kg de EM.

Da Silva et al. (2021) estudiaron el índice zootécnico de pollos criollos de 1 a 28 días de edad alimentados con raciones con 2.70, 2.80, 2.90, 3.00, 3.10 y 3.20 Mcal/kg de EM, donde reportaron semejante incremento de peso e ingestión de alimento de pollos criollos que consumieron dietas con diversas concentraciones de EM; sin embargo, la conversión alimenticia fue influenciada por las diversas concentraciones de EM, determinándose una tendencia lineal negativa indicando que a mayor nivel de energía metabolizable se obtuvo mejor conversión alimenticia ($Y = -0.0006519X + 3.63340$; $R^2=0.90$).

También Copat et al. (2020) estudiaron el comportamiento productivo de pollos criollos en fase inicial de 1 a 28 días de edad, alimentados con raciones conteniendo 2.70, 2.80, 2.90, 3.00, 3.10 y 3.20 Mcal/kg de EM y reportaron menor consumo de alimento cuando las raciones contenían mayor nivel de energía metabolizable y mejor conversión alimenticia cuando las aves consumieron raciones con mayor nivel de energía metabolizable, ambas variables reportaron una tendencia lineal negativa; entretanto, la ganancia de peso no fue influenciada por los diferentes niveles de energía metabolizable.

Massi et al. (2018) estudiaron 2.70, 2.80, 2.90, 3.00 y 3.10 Mcal/kg de EM en pollos de crecimiento lento de 35 a 70 días de edad y verificaron que la ganancia de peso no fue influenciada por las diversas concentraciones de EM; entretanto la ingestión de alimento presentó una tendencia lineal negativa observándose menor consumo conforme aumenta la concentración de energía metabolizable en las raciones ($Y=6999.8 - 1.264X$; $R^2=0.94$) y en cuanto a la conversión alimenticia se observó una tendencia cuadrática con la siguiente ecuación ($Y=30.149 - 0.018058X+0.000002964X^2$; $R^2=0.98$); determinándose que en raciones con 3.05 Mcal/kg de energía metabolizable las aves convierten con mayor eficiencia.

De manera similar, Gitoe et al. (2015) concluyeron que la cantidad de energía metabólica se puede reducir agregando enzimas sin alterar la producción de los pollos. Algunos autores han encontrado que un contenido energético de 3.0 Mcal/kg en dietas para pollos parrilleros no produce pérdida de peso, pero aumenta la eficiencia alimenticia debido al

aumento de peso y al aumento de la energía metabolizable en el alimento (Infante et al., 2016; Perween et al., 2016; Ferreira et al., 2015). Valores de energía metabólica de 3.10 a 3.30 Mcal/kg no afectan el rendimiento de componentes nobles del animal como el rendimiento de canal, tórax, alas, patas y cabeza de pollos de 1 a 90 días de edad (Santos et al., 2012).

Sakomura et al. (2014) describieron las necesidades nutricionales de aves criollas mejoradas, siendo lo siguiente: proteína total: 16.5% a 19.0%, energía metabolizable: 2.75 a 2.90 Mcal/kg, calcio: 0.92%, fósforo total: 0.37%, lisina total: 1.00%. metionina total: 0.44%, treonina total: 0.71% y triptófano: 0.20%. La exigencia de proteína fue calculada, considerando las relaciones de energía metabolizable y proteína bruta de 14.7% (Mendonça et al., 2007). Santos et al. (2014) encontraron resultados similares en pollitos de 28 días de edad de la línea Isa Label alimentados con 2.75 Mcal/kg de EMA corregida y un 19.80% de proteína bruta. Las aves que recibieron una ración con un nivel energético bajo tienen un contenido de grasa intramuscular más bajo (Da Silva et al., 2015).

La energía metabolizable y la energía productiva son las dos principales formas de evaluar el valor energético de las dietas e insumos utilizados en la preparación de raciones. La energía productiva es la energía de una dieta que se traduce netamente en carcasa, mientras que la EM es la energía total del alimento menos las energías obtenidas en las excretas (heces y orina). El peso corporal, la ingestión de alimento, la conversión alimenticia y el incremento de peso no se vieron afectados por la dieta al reducir 50 kcal/kg de energía metabolizable (García & Quijia, 2012).

Sin embargo, en la dieta de pollos de engorde, el suministro de 3.35 Mcal/kg de EM mejoró el desempeño y la eficacia en el uso de energía para la síntesis de proteína, lo que resultó en una mejor calidad de la carne (Sakomura et al., 2014). Generalmente, gestionar y precisar para lograr ofrecer una ración más precisas mejora el rendimiento principalmente en la fase de engorde (Dutra, 2016).

Oliveira (2015) estudió la relación de la energía con la temperatura ambiente y descubrió que, en condiciones de temperatura óptima o no óptima por exceso de calor, el incremento de energía metabolizable en la dieta no afectó el índice productivo de los pollos de 21 y 42 días y tuvo efectos diferentes en las respuestas fisiológicas y el rendimiento de carcasa.

Oliveira et al. (2013) investigaron la adición de lisina digerible en dietas bajas en proteínas de pollos de engorde de granja de 1 a 28 días. Se encontró que un suplemento del 0.85% cumplía con los requisitos de lisina digerible de pollos de engorde de granja, machos y hembras, de crecimiento lento, de 1 a 28 días de edad, alimentados con una dieta baja en proteínas.

Moreira et al. (2012) estudiaron diversas concentraciones de EM en pollos criollos mejorados y obtuvieron mejor ganancia de peso y conversión alimenticia con 3.1 y 3.2 Mcal/kg de EM en relación con los pollos racionados con 3.0 Mcal/kg de energía metabolizable; sin embargo, la ingestión de alimento ($p>0.05$) no fue afectada por la aplicación de tres niveles de energía metabolizable. También, Verissimo (2020) estudió diferentes concentraciones de EM 2.73, 2.85, 2.98 y 3.10 Mcal/kg en dietas de pollos de crecimiento lento de 1 a 28 días de edad y observó efecto cuadrático para incremento de peso y conversión alimenticia; sin embargo, la ingestión de alimento no fue influenciada.

Mendonça et al. (2004) evidenciaron una reducción lineal del consumo de ración cada vez que las raciones contenían mayor nivel de energía metabolizable; entretanto los resultados de conversión alimenticia fue mejor cuando las raciones contenían mayores niveles de energía metabolizable en pollos criollos evaluados en fase de inicio de 1 a 28 días de edad con dietas conteniendo 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 3.0, 3.1 y 3.2 Mcal/kg de EM.

Su Castro (2004) evaluaron el crecimiento de pollos F1 (Cobb 500 x criollas) alimentados con cuatro diferentes densidades de nutrientes T1: Ración con nutrientes para pollos de postura, T2: Ración con nutrientes intermedio 1 con 2967 kcal/kg de EM, T3: Ración con nutrientes intermedio 2 con 3083 kcal/kg de EM y T4: Ración con nutrientes en referencia a pollos parrilleros con 3200 kcal/kg de EM. Los resultados muestran que los pollos en fase de inicio y crecimiento producto del cruce entre Cobb 500 con criollos cariocos respondieron con mejor performance a la ración del tratamiento T2 (Intermedio 1).

Toribio (2003) evaluó diferentes niveles de lisina total con dos concentraciones de EM (3000 y 3200 kcal/kg) en pollos parrilleros y observaron los siguientes resultados, en crecimiento el mejor desempeño se obtuvo con 1.23% de lisina total y 3200 kcal/kg de EM; entretanto, en la fase de acabado el mejor desempeño se observó con 1.06% de lisina total y 3000 kcal/kg de EM o también con 0.89% de lisina digestible y 3200 kcal/kg de EM.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Generalidades de la Avicultura

La industria avícola peruana es una de los principales proveedores de proteína animal tanto a nivel nacional como regional. El Subsector Pecuario experimentó un aumento del 4,8 % en el primer bimestre de 2019 en comparación con el mismo período del año anterior. El aporte de la producción de pollo con un crecimiento del 5.5% y el crecimiento del 14.8% del huevo comercial contribuyeron principalmente al logro de este resultado entre enero y febrero de 2019 (SIEA, 2019). De esta manera, el Subsector Pecuario experimentó un crecimiento del

4,7 % en febrero de 2019 en comparación con el mismo mes del año 2018, principalmente debido al comportamiento positivo de la actividad.

Las gallinas domésticas se clasifican en variedades: variedades comerciales productoras de huevos (razas ligeras), variedades comerciales productoras de carne (razas pesadas), variedades criollas o locales, variedades mejoradas (como las variedades productoras de huevos).

2.2.2. Alimentación de aves criollas

Jiménez (1997) revisó la evaluación de la productividad de los pollos F1 (Rhode Island x cuello desnudo) para introducciones en traspatios y concluyó que: La cría de pollos F1 brinda la oportunidad de proporcionar más unidades de producción que las que se han tenido. Agricultores que tienen la oportunidad de consumir grandes cantidades de huevos y carne para mejorar su alimentación diaria.

Uno de los aspectos más importantes del presupuesto de gastos de una granja avícola es la adquisición de piensos, que representa más del 50% del coste total. Es importante alimentar a las aves y lograr un alto rendimiento al menor costo posible. El objetivo de alimentar a los polluelos es un buen crecimiento. Esto requiere un suministro abundante y suficiente de nutrientes (Jeroch, 1988).

Las instalaciones de alimentación de pollos de engorde son económicamente las más grandes en una explotación ganadera, por lo que es importante que los productores de carne les presten especial atención. Cuando se gestionan inadecuadamente, las pérdidas y fracasos que pueden confundirse con enfermedades infecciosas o parasitarias pueden descarrilar un negocio bien gestionado (Torrijos, 1996).

El resultado es un pollo bien nutrido y con buenos músculos, huesos y grasa. Los programas de alimentación varían según el tipo de canal que necesita una empresa y las necesidades del mercado. Según Buxade, 1988. Actualmente se sabe que existen diferencias de crecimiento entre hombres y mujeres, por lo que es común en nuestra sociedad encontrar programas de nutrición específicos por género. El pienso se suministra en forma de harina o pellets en la fase inicial o en todas las fases, según el clima, la altitud y la receta.

Durante la última semana, alimento únicamente pienso de engorde en forma de pellets. Siempre hay que recordar que los pollos de engorde se alimentan para que ganen peso lo más rápido posible, por lo que hay que controlar su ingesta dietética. Sin embargo, no debe limitarse (Jeroch, 1988).

El pienso es la parte más importante del coste total de producción. Por lo tanto, se

debe hacer todo lo posible para garantizar que el alimento sea de buena calidad y que los insumos estén adecuadamente mezclados. Además, el alimento debe suministrarse en forma de harina durante las dos primeras semanas y en forma de pellets durante las etapas de crecimiento y finalización durante las dos semanas siguientes. Durante este período, la respuesta de los valores de crecimiento a los aumentos del contenido de proteínas en relación con la energía es mayor en machos que hembras (Ross, 1998).

Cobb Vantress (2008) demostró que el alimento para pollos en etapa de acabado está diseñado para proporcionar la energía y los nutrientes necesarios para mantener una salud y un rendimiento adecuado. Las aves requieren los siguientes nutrientes: agua, aminoácidos, energía, vitaminas y minerales. Estos componentes deben estar en armonía entre sí para asegurar el eficiente crecimiento del sistema óseo y la síntesis de la masa muscular. Además, la calidad, el aspecto y la higiene de los componentes también influyen en su funcionalidad. Los pollos de engorde requieren grandes cantidades y nutrientes de alta calidad, por lo que cualquier desequilibrio nutricional en la dieta puede reducir el rendimiento de las aves.

2.2.3. Necesidades nutricionales

Ravindran (2000) señaló que los requerimientos de nutrientes son difíciles de determinar porque están influenciados por muchos factores y cambian constantemente. Las necesidades nutricionales de las aves se dividen en dos categorías. La primera categoría incluye factores relacionados con las aves, como la genética, el sexo y la etapa de producción. El segundo incluye factores externos como el clima, el estrés y las condiciones de reproducción. Determinar los requerimientos de nutrientes para ambas clases requiere precisión. La creciente uniformidad de genotipos, alojamiento y prácticas de cría en la industria avícola ha llevado a avances significativos en la definición de los requerimientos nutricionales de los diferentes tipos de aves de corral.

La energía no es un nutriente, se genera debido al metabolismo de tres nutrientes de los alimentos como son carbohidratos, proteína y grasas, la energía es utilizado para funciones como el metabolismo, crecimiento, producción, movimiento de los músculos, temperatura corporal, respiración, actividad del sistema digestivo y síntesis de compuestos y procesos bioquímicos (Murarolli, 2007). Según Englert (1998), es difícil que las aves de corral se beneficien de toda la energía contenida en el alimento porque parte de la energía se pierde a través de las excretas

Francesch (2001) comentó que el contenido de EM de los piensos es la porción de energía albergada por el cuerpo. La energía bruta del alimento del animal y la energía contenida

en sus excretas se comparan para calcular la EM. La EM es una medida biológica específica de los animales y depende de todos los factores implicados en la digestión y asimilación de nutrientes. No se refiere a valores constantes específicos de la dieta o de los ingredientes. Como se mencionó anteriormente, existen varias formas de calcular la energía metabólica. Estos cálculos se basan en el equilibrio entre la ingesta y la producción, pero difieren principalmente en el sistema de alimentación, el período de ayuno, la duración de la prueba y si se corrige la pérdida de energía endógena.

La energía metabolizable aparente no tiene en cuenta las pérdidas de carácter endógeno que no se originan directamente del alimento consumido. Esto incluye secreciones digestivas, descamaciones intestinales, bacterias, productos nitrogenados del catabolismo de proteínas, etc. Debido al alto contenido de origen endógeno en los excrementos, esta medida subestima el valor energético de los alimentos cuando hay baja ingesta de alimentos (Lessire, 2004).

Campos et al. (2008) indicaron que se utilizaron dos métodos, dosis-respuesta y factorial, para estimar las necesidades nutricionales. El método de respuesta a la dosis determina los requisitos basándose en la respuesta de rendimiento del animal cuando se le administran niveles más altos del nutriente en estudio. El método factorial se basa en los principios de determinar la cantidad de nutrientes necesarios para el crecimiento, mantenimiento y producción de los animales.

2.2.4. Efectos del estrés calórico en pollos parrilleros

Pareja et al.(2014) estudiaron los efectos de diferentes niveles de estrés por calor ambiental, incluido el confort (25°C), el estrés por calor leve (28°C), el calor moderado (31°C) y las temperaturas extremas (34°C). y alta temperatura (37°C), sobre la producción de pollos de engorde durante el período de crecimiento (22 a 42 días), criados en galpones climatizados y controlados, consumiendo menores dietas, aumentando menor peso en aves con estrés calórico. Temperaturas ambiente superiores a 31°C durante 12 horas al día son suficientes para afectar la conversión alimenticia de las aves, en comparación con temperaturas mantenidas entre 25°C y 28°C.

Los autores destacaron la necesidad de nuevas investigaciones para la obtención de los límites máximos de temperaturas soportados por las aves. Así como el ambiente térmico, la alimentación constituye uno de los factores de gran relevancia en la explotación avícola, visto que una ración adecuada puede promover mejoras tanto en el desempeño zootécnico como en las características de carcasa de las aves. Las decisiones más importantes para tomar en la

formulación de una ración de pollos parrilleros son relativas a las concentraciones de proteína y de energía, cuyos niveles influyen tanto el costo del alimento como el desempeño de las aves (Leandro et al., 2003).

Torres-Novoa (2017) comentó que la energía no es un nutriente, si no, es el producto de la digestión y metabolismo de los nutrientes de los piensos, utilizados para funciones metabólicas, crecimiento y producción, movimiento muscular, mantenimiento de la temperatura corporal, respiración, digestión. actividad del sistema y síntesis de compuestos, así como procesos bioquímicos (Muramolli, 2007). Además, el ave nunca utiliza completamente la energía total del alimento porque parte de esta energía se pierde en las excretas (Englert, 1998).

La energía metabolizable y la energía productiva son las dos formas principales de evaluar el valor energético de la dieta y las materias primas utilizadas en la formulación del pienso. La energía productiva es la energía dietética realmente convertida en carne, mientras que la energía metabolizable es la energía total de los alimentos menos la energía de las heces y la orina (Murarolli, 2007).

Algunos investigadores han observado que una proporción de energía de 3,00 Mcal/kg en raciones para pollos de engorde no produce una reducción del peso corporal y que el aumento de la energía metabolizable de la dieta aumenta la tasa metabólica del alimento, lo que lleva a un aumento de peso y a una reducción de la tasa de conversión alimenticia. consumo dietético (Infante et al., 2016; Perween et al., 2016; Ferreira et al., 2015).

2.3. Bases conceptuales

2.3.1. Caloría. -

Es la unidad de energía que equivale a 4.185 julios y es la proporción de calor que exige para elevar la temperatura de un gramo de agua en grados Celsius (14.5 a 15.5 grados Celsius)

2.3.2. Kilocaloría. -

Unidad de energía equivalente a 1000 calorías, con símbolo kcal.

2.3.3. Megacaloría.-

Unidad de energía equivalente a un millón de calorías su símbolo es Mcal.

2.3.4. Joule. -

Unidad del sistema internacional de unidades para energía de alimentos en forma de calor y trabajo, un joule equivale a 4.184 calorías.

2.3.5. Energía neta de mantenimiento. -

Es la cantidad de energía que cubre las necesidades de mantenimiento que corresponde al mantenimiento normal de las funciones vitales del animal como la temperatura, respiración, circulación y digestión.

2.3.6. Energía neta de producción. -

Es la cantidad de energía que cubre las necesidades de crecimiento o aumento de peso.

2.3.7. Coeficiente de determinación. -

Es la proporción de la variancia total de la variable explicada por la regresión sus valores son de 0 a 1 y su símbolo es R^2 .

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar y fecha de ejecución

El trabajo se realizó en el área de aves del Centro de Producción e Investigación Granja Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, situado en el distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, Región Huánuco; geográficamente, ubicada a 09° 17' 58'' de latitud sur y 76° 01' 07'' de longitud oeste con una altitud de 660 msnm, la temperatura promedio anual es de 24.85 °C, Humedad relativa anual 84.09% y una precipitación pluvial media anual de 3,194 mm. El ensayo de campo fue de 28 días, entre julio y agosto de 2021.

3.2. Tipo de investigación

El trabajo corresponde a un ensayo experimental.

3.3. Animales experimentales

Se usaron 288 pollos criollos mejorados en forma mixta, de un día de edad, con denominación comercial Isamisa, los pollos son de diferentes colores y con variadas características de plumaje en la cabeza y tarsos; estas aves fueron adquiridas de la ciudad de Lima, los pollos fueron evaluados en la fase de inicio de 1 a 28 días de edad.

La temperatura que se manejó en las jaulas experimentales para esta fase son las siguientes: 0-3 días de 33-36°C, 4-7 días de 30-32°C, 8-14 días de 28-30°C, 15-21 días de 26-28°C, 22-28 días de 23-26°C.

3.4. Instalaciones, equipos y materiales

Se utilizó un galpón con orientación Norte a Sur de 20 x 10 m, piso aligerado con pendiente 1%, muros de concreto y techo de chapa ondulada a dos aguas con columnas y vigas de madera. Para las pruebas, se colocaron dentro del galpón 36 jaulas experimentales con las dimensiones correspondientes de 1 x 1 x 1 m de ancho, largo y alto, hechas de madera y malla metálica, con sus correspondientes bandejas de alimentación estilo tongo y bebederos. Para la cama de cada unidad experimental se utilizaron viruta de madera local y focos de 100 vatios como fuentes de luz y calor.

Además, se utilizaron: molino de martillo, mezcladora horizontal, balanza digital modelo Scout pro S4000 con capacidad de 1000 g con 0.1 g de sensibilidad para registrar el peso de animales, alimento y los materiales utilizados son cuadernos de datos, cámara

fotográfica y lápices. Además, durante las pruebas, se registró una temperatura ambiente de 26.40 °C y una humedad relativa de 68.91% en el interior del galpón.

3.5. Raciones experimentales y alimentación

La ración del tratamiento T3, se formuló considerando las propuestas de exigencias nutricionales de Sakomura et al. (2014), entretanto las raciones del T1, T2, T4, T5 y T6 fueron formuladas con menos y más de 100 kcal de EM en relación con el T3 (Tabla 1). Estas raciones fueron elaboradas en la Planta de Alimentos Balanceados de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para el mezclado se utilizó una mezcladora horizontal de tornillo sin fin con capacidad de 100 kg.

3.6. Sanidad

El galpón y las jaulas experimentales fueron desinfectadas y esterilizadas con detergente, lejía, formol, cal viva y lanzallamas, respectivamente; Además, se desinfectaron comederos y bebederos, se colocaron pediluvios en la entrada del gallinero como medida preventiva y los pollos fueron vacunados con tres vacunas avícolas al tercer y décimo día (triple aviar).

3.7. Variable independiente

Niveles de energía metabolizable en dietas de pollos criollos mejorados.

3.8. Tratamientos

T1: Ración balanceada con 2.60 Mcal/kg de EM

T2: Ración balanceada con 2.70 Mcal/kg de EM

T3: Ración balanceada con 2.80 Mcal/kg de EM

T4: Ración balanceada con 2.90 Mcal/kg de EM

T5: Ración balanceada con 3.00 Mcal/kg de EM

T6: Ración balanceada con 3.10 Mcal/kg de EM

3.9. Ubicación de los tratamientos y repeticiones

Croquis de distribución de tratamientos y repeticiones

T6R1	T5R6	T2R6	T1R1	T3R1	T4R1
T4R6	T6R6	T1R3	T2R5	T3R2	T1R2
T3R3	T4R5	T6R5	T5R3	T2R4	T1R4
T2R3	T5R5	T4R4	T6R4	T5R2	T3R4
T2R2	T3R5	T5R4	T4R3	T6R2	T5R1
T1R5	T1R6	T2R1	T3R6	T4R2	T6R3

Trat.: T1, T2, T3, T4, T5 y T6

Repet.: R1, R2, R3, R4, R5 y R6.

Tabla 1. Raciones experimentales para pollos criollos mejorados en fase inicio de 1 a 28 días de edad

Ingredientes, %	Energía metabolizable, Mcal/kg					
	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10
Arroz partido	43.84	45.48	47.47	53.38	59.30	62.00
Torta de soja	26.61	27.52	28.47	29.91	31.35	29.01
Afrecho de trigo	24.20	20.61	16.70	9.18	1.66	0.09
Aceite de palma	1.06	2.10	3.06	3.21	3.35	4.40
Carbonato de calcio	1.64	1.60	1.56	1.49	1.42	1.42
Fosfato bicálcico	0.79	0.86	0.94	1.06	1.19	1.23
Sal común	0.21	0.22	0.22	0.22	0.22	0.23
Premezcla vitamina+mineral.	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Aflaban	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Coccidiostático	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
BHT	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
BMD 10%	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Cloruro de colina	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Bicarbonato de sodio	0.65	0.65	0.65	0.64	0.64	0.64
L-Lisina, 78.4%	0.17	0.16	0.14	0.12	0.10	0.17
DL-Metionina, 99%	0.16	0.16	0.15	0.15	0.15	0.16
L-Treonina, 99%	0.10	0.10	0.09	0.09	0.08	0.12
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Valores nutricionales¹						
Proteína total, %	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
Energía met., Mcal/kg	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10
Fibra total, %	3.60	3.57	3.02	2.44	1.85	1.63
Calcio, %	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Fósforo disponible, %	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Lisina total, %	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
Metionina total, %	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42

¹Sakomura et al. (2014).

3.10. Diseño y análisis estadístico

Los pollos se distribuyeron al azar en 6 tratamientos y 6 repeticiones con ocho aves en cada repetición. Los resultados fueron tabulados mediante un diseño completamente al azar con covarianza para el peso inicial ya que la variedad de pesos en pollos criollos es alta por ello primero se buscó ajustar los pesos más cerca al promedio y para determinar el nivel óptimo de inclusión de energía metabolizable (EM) los datos fueron evaluados con el análisis de regresión con el programa estadístico infoStat (Infostat, 2019), cuyo modelo aditivo lineal es:

$$Y_{ij} = a + bx + cx^2$$

Dónde:

Y_{ij} = estimación de la i-ésima respuesta en función del nivel óptimo de energía metabolizable

a = intercepto (intercepto de la línea de regresión n con el eje Y).

b = coeficiente de regresión (pendiente de la línea de regresión).

c^2 = coeficiente de regresión cuadrática (siendo siempre distinto a cero).

x_i = la i-ésima respuesta del nivel óptimo de energía metabolizable.

3.11. Variables dependientes

- Ganancia diaria de peso (GDP), g.
- Consumo diario de alimento (CDA), g
- Conversión alimenticia (CA), g/g.
- Nivel óptimo de energía metabolizable en raciones de pollos criollos mejorados (NOEM) %.

3.12. Metodología

3.12.1. Consumo diario de alimento

Se determinó entre la cantidad de alimento ofrecido menos el sobrante dividido entre la cantidad de días de la fase inicio.

3.12.2. Ganancia diaria de peso

La ganancia diaria de peso es la diferencia del peso final menos el inicial y dividido entre la cantidad de días de la fase.

$$GDP = \frac{\text{Peso final (g)} - \text{Peso inicial}}{\text{Número de días evaluados}}$$

3.12.3. Conversión alimenticia

Para su determinación se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{Consumo de alimento (g/día)}}{\text{Peso del ave (g/día)}}$$

3.12.4. Nivel óptimo de energía metabolizable en la ración

El nivel óptimo de energía metabolizable en la ración se obtuvo de la evaluación de la regresión entre la variable independiente (diferentes niveles de energía metabolizable en la ración con 2.60, 2.70, 2.80, 2.90, 3.00 y 3.10 Mcal/kg) y las variables dependientes (Ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia). Con la ecuación se determinó la primera derivada para obtener el nivel óptimo de energía metabolizable en la ración.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 2 se muestran los pesos inicial y final, la ganancia diaria de peso (GDP), el consumo diario de alimento (CDA) y la conversión alimenticia (CA) de pollos criollos mejorados alimentados con diferentes niveles de energía metabolizable.

Tabla 2. Desempeño zootécnico (promedio $\pm$ DE) de pollos criollos mejorados alimentados con dietas con diversas concentraciones de energía metabolizable

Nivel de EM, Mcal/kg	Peso inicial, g	Peso final, g	GDP g	CDA g	CA
T1: 2.60	42.21 $\pm$ 0.5	509 $\pm$ 12	16.67 $\pm$ 0.44	34.69 $\pm$ 0.83	2.08 $\pm$ 0.04
T2: 2.70	41.58 $\pm$ 0.5	536 $\pm$ 22	17.65 $\pm$ 0.79	34.48 $\pm$ 0.83	1.99 $\pm$ 0.04
T3: 2.80	41.60 $\pm$ 0.4	540 $\pm$ 14	17.79 $\pm$ 0.50	34.02 $\pm$ 0.55	1.91 $\pm$ 0.04
T4: 2.90	41.33 $\pm$ 0.5	534 $\pm$ 19	17.61 $\pm$ 0.66	32.90 $\pm$ 0.65	1.87 $\pm$ 0.04
T5: 3.00	41.95 $\pm$ 0.8	536 $\pm$ 20	17.66 $\pm$ 0.68	32.12 $\pm$ 0.87	1.82 $\pm$ 0.05
T6: 3.10	41.36 $\pm$ 0.6	517 $\pm$ 11	16.99 $\pm$ 0.37	31.73 $\pm$ 0.60	1.87 $\pm$ 0.03
Promedio	41.67 $\pm$ 06	529 $\pm$ 19	17.39 $\pm$ 0.69	33.32 $\pm$ 1.34	1.92 $\pm$ 0.10
Regresión	-----	-----	C	L	C
R ²	-----	-----	0.33	0.72	0.84

EM: Energía metabolizable, GDP: Ganancia diaria de peso, CDA: Consumo diario de alimento, CA: Conversión alimenticia, R²: Coeficiente de determinación, C: regresión con tendencia cuadrática, L: Regresión con tendencia lineal.

En las Figuras 1, 2 y 3 se verifican el efecto de las diferentes concentraciones de EM sobre ganancia diaria de peso, consumo diario de alimento y conversión alimenticia).

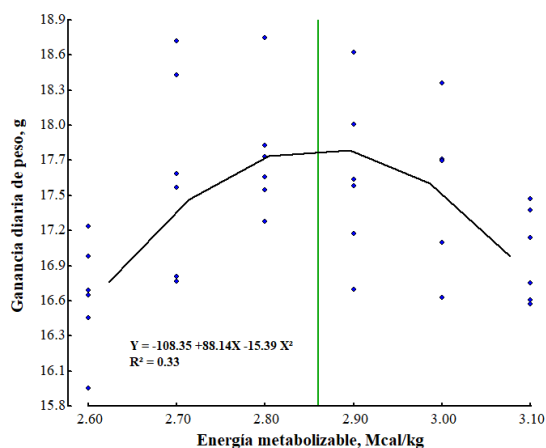


Figura 1. Tendencia cuadrática entre los niveles de energía metabolizable y la ganancia diaria de peso.

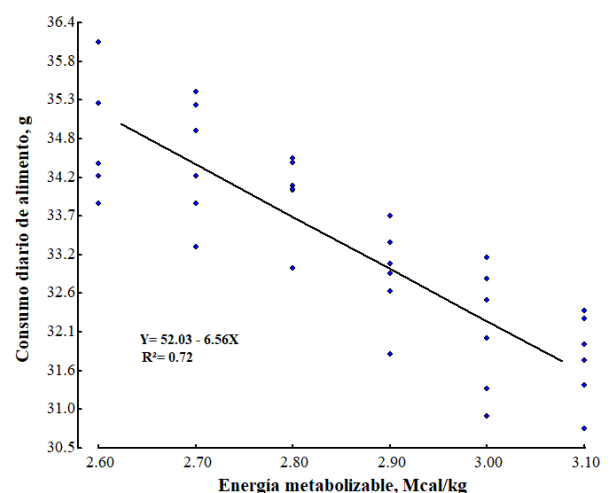


Figura 2. Tendencia lineal entre los niveles de energía metabolizable y el consumo diario de alimento.

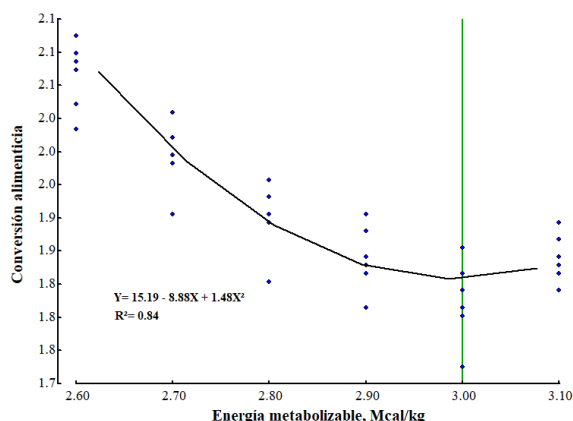


Figura 1. Tendencia cuadrática entre los niveles de energía metabolizable y la conversión alimenticia.

En la Tabla 2 se muestran los pesos iniciales y finales de pollos criollos mejorados alimentados con raciones incluídas con 2.60, 2.70, 2.80, 2.90, 3.00 y 3.10 Mcal/kg de EM, verificándose en promedio 41.67 g de peso inicial, 529 g de peso final, 17.39 g de incremento diario de peso, 33.32 g de ingestión diaria de ración y 1.92 de conversión alimenticia. Dichos resultados son semejantes a los reportados por Beraún-Leandro (2022) quien evaluó el rendimiento zootécnico de pollos criollos mejorados de 1 a 25 días de edad evaluados en condiciones tropicales, dónde obtuvieron un peso inicial de 38.23 g, peso final de 473.41 g, incremento diario de peso 17.41 g, ingestión diaria de ración 48.55 g y conversión alimenticia de 2.78.

El incremento diario de peso ($p < 0.05$) muestra una ecuación cuadrática positiva, mostrando gradualmente cuando se incrementa la EM en la dieta, hasta la concentración de 2.90 Mcal/kg; sin embargo, se verifica menor incremento de peso cuando los pollos ingirieron dietas con el mayor concentración de energía metabolizable (3.00 y 3.10 Mcal/kg), probablemente la ganancia diaria de peso está relacionado con la cantidad de alimento consumido el cual presenta una tendencia lineal negativa, observándose que las aves que consumieron raciones de los tratamientos T5 y T6 consumieron menos alimento y por lo tanto consumieron menores cantidades de los nutrientes directamente relacionados con el crecimiento como son los aminoácidos; además se recalca que las raciones fueron isoproteicas e isoaminoacídicas.

Asimismo, en la Figura 1 se detalla la ecuación cuadrática que muestra el incremento diario de peso que al determinar la primera derivada se obtiene un nivel óptimo de ganancia diaria de peso cuando la ración contiene 2.86 Mcal/kg de energía metabolizable, además reporta un R^2 de 0.33.

En tanto, el consumo diario de ración ($p < 0.05$) fue afectada por la consideración de diferentes niveles de energía metabolizable, presentando una tendencia lineal negativa, verificándose que los pollos consumen menos alimento cada vez que se incrementa los niveles de energía metabolizable en las raciones. Asimismo, en la Figura 2 se detalla la ecuación de primer grado que expresa al consumo diario de alimento con su respectivo R^2 de 0.72; indicando que cuando las aves consumen raciones con altas concentraciones de energía metabolizable, significa que los niveles plasmáticos de glucosa son altos los cuales son detectados por los centros sensibles del cerebro generándose la teoría glicostática (Mayer, 1955).

La conversión alimenticia de pollos criollos mejorados en fase de inicio, ($p < 0.05$) muestra un comportamiento cuadrático negativo, logrando mejor conversión cuando aumenta las concentraciones de EM en las dietas hasta la concentración de 3.00 Mcal/kg; sin embargo, cuando la dieta presenta 3.1 Mcal de EM la conversión decae o es ineficiente. En la Figura 3 se detalla la ecuación cuadrática que representa la relación entre las variables estudiadas, el cual con la primera derivada muestra un nivel óptimo de conversión alimenticia cuando la ración contiene 3.00 Mcal/kg de energía metabolizable; además el R^2 fue de 0.84.

Moreira et al. (2012) estudiaron diversas concentraciones de EM en pollos criollos mejorados y obtuvieron mejor ganancia de peso y conversión alimenticia con 3.1 y 3.2 Mcal/kg de EM en relación con los pollos alimentados con 3.0 Mcal/kg de energía metabolizable; sin embargo, el consumo de alimento ($p > 0.05$) no fue afectado por la aplicación de tres niveles de EM. También, Verissimo (2020) estudió diferentes concentraciones de EM 2.73, 2.85, 2.98 y 3.10 Mcal/kg en raciones de pollos de crecimiento lento de 1 a 28 días de edad y observó efecto cuadrático para ganancia de peso y conversión alimenticia; sin embargo la ingestión de alimento no fue influenciada.

Resultados parecidos fueron reportados por Mendonça et al. (2004), que evidenciaron una reducción lineal del consumo de ración cada vez que las raciones contenían mayor nivel de energía metabolizable; entretanto los resultados de conversión alimenticia fue mejor cuando las raciones contenían mayores niveles de energía metabolizable en pollos criollos evaluados en fase de inicio de 1 a 28 días de edad con raciones conteniendo 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 3.0, 3.1 y 3.2 Mcal/kg de EM.

Da Silva et al (2021) estudiaron el desempeño productivo de pollos criollos de 1 a 28 días de edad alimentados con raciones con 2.70, 2.80, 2.90, 3.00, 3.10 y 3.20 Mcal/kg de EM, dónde reportaron semejante incremento de peso e ingestión de alimento de pollos criollos que ingirieron alimento con diversas concentraciones de EM; entretanto, la conversión alimenticia

fue influenciada por las diversas concentraciones de EM, determinándose una tendencia lineal negativa sosteniéndose que a más nivel de energía metabolizable se obtuvo mejor conversión alimenticia ($Y = -0.0006519X + 3.63340$; $R^2=0.90$). Estos resultados son diferentes al presente trabajo porque los autores consideraron diferentes niveles de energía y proporcionalmente utilizaron diferentes concentraciones de los otros nutrientes, verificándose que a mayor concentración de energía metabolizable mayores niveles de los otros nutrientes proporcionalmente.

Los mismos autores reportaron pesos iniciales de 45 g, ganancia de peso de 31.04 g/d, consumo de alimento 47.29 g/d y una conversión alimenticia de 1.53 con la ración que contuvo 3.20 Mcal/kg de energía metabolizable, estos resultados son superiores al presente trabajo probablemente a la línea genética de las aves experimentales.

Vieira et al (2023) estudiaron diversas concentraciones de EM en alimento de pollos criollos de crecimiento lento en fase de inicio de 1 a 28 días de edad y determinaron 35.14 g/día de ingestión de alimento, 19.10 g/día de incremento de peso y 1.82 de conversión alimenticia con la ración que contenía 3.10 Mcal/kg de energía metabolizable en relación con las aves que consumieron raciones con 3.00 y 3.20 Macal/kg de energía metabolizable. Estos resultados son semejantes a presente trabajo, considerando que las aves genéticamente son parecidos a los pollos experimentales del presente trabajo.

También Copat et al. (2020). Estudiaron el comportamiento productivo de pollos criollos en fase de inicio de 1 a 28 días de edad, alimentados con raciones conteniendo 2.70, 2.80, 2.90, 3.0, 3.1 y 3.20 Mcal/kg de EM y reportaron menor consumo de alimento cuando las raciones contenía mayor nivel de energía metabolizable y mejor conversión alimenticia cuando las aves consumieron raciones con mayor nivel de energía metabolizable, ambas variables reportaron un tendencia lineal negativa; entretanto, la ganancia de peso no fue influenciada por los diferentes niveles de energía metabolizable.

Massi et al. (2018) estudiaron 2.70, 2.80, 2.90, 3.00 y 3.10 Mcal/kg de EM en pollos de crecimiento lento de 35 a 70 días de edad y verificaron que la ganancia de peso no fue influenciada por las diversas concentraciones de EM; entretanto la ingestión de alimento presentó una tendencia lineal negativa observándose menor consumo conforme aumenta el nivel de energía metabolizable en las raciones ($Y=6999.8 - 1.264X$; $R^2=0.94$) y en cuanto a la conversión alimenticia se observó una tendencia cuadrática con la siguiente ecuación ($Y=30.149 - 0.018058X+0.000002964X^2$; $R^2=0.98$); determinándose que raciones con 3.05 Mcal/kg de energía metabolizables las aves convierten con mayor eficiencia.

En forma general se reafirma que a mayor nivel de energía metabolizable en las raciones

las aves consumen menos alimento, debido a que los altos niveles de energía crean una saciedad y por tanto reducen su consumo. También, coincidimos en que la conversión alimenticia de pollos criollos mejorados en fase de inicio de 1 a 28 días de edad es más eficiente cuando se alimentan con raciones que contienen entre 3.00 a 3.10 Mcal/kg de energía metabolizable.

V. CONCLUSIONES

- Considerando los coeficientes de determinación y la acumulación de dos variables como ganancia de peso y consumo de alimento para obtener la conversión alimenticia, se concluye que la exigencia de energía metabolizable para pollos criollos de ambos sexos de 1 a 28 días de edad es de 3.0 Mcal/kg.
- La ganancia de peso de pollos criollos mejorados de 1 a 28 días de edad es mejor con raciones que contiene 2.86 Mcal/kg de energía metabolizable.
- El consumo de ración de pollos criollos mejorados de 1 a 28 días de edad se reduce gradualmente con el incremento de energía metabolizable en las raciones.
- La conversión alimenticia de pollos criollos mejorados de 1 a 28 días de edad es más eficiente con raciones que contiene 3.00 Mcal/kg de energía metabolizable.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

- Proseguir con la línea de investigación proponiendo mayores niveles de energía metabolizable para determinar con mayor precisión el consumo de alimento y la conversión alimenticia.
- Proseguir con la línea de investigación proponiendo la determinación de energía metabolizable para las otras fases fisiológicas de pollos criollos mejorados separados por sexo y criados en condiciones tropicales.

VII. REFERENCIAS

- Beraún-Leandro (2022). Inclusión de harina de Pulpa de naranja (*Citrus sinensis*) en raciones para aves criollos machos mejorados, en las fases de preinicio e inicio - Tingo María. Tesis Ingeniero Zootecnista Facultad de Zootecnia Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María Perú. 45p.
- Buxade, C. (1988). El pollo de carne”. Editorial. Mundi Prensa. Madrid, España. p. 206 -231.
- Campos, A., Salguero, S., Albino, L. & Rostagno, H. (2008). Aminoácidos en la nutrición de pollos de engorde: proteína ideal. *III CLANA- Congresso do Colégio Latino-Americano de Nutrição Animal*. Congreso llevado a cabo en Cancún, México.
- Cobb Vantres. (2008). Guía de manejo del barrillero cobb-500.
- Copat, L., Nascimento, K., Kiefer, Ch., Berno, P., De Freitas, H., Da Silva, T., Cahves, N., Amin, M., Santana, P., De Oliveira, N. (2020) . Metabolizable Energy Levels for Free-Range Broiler Chickens. *Journal of Agricultural Studies* ISSN 2166-0379 2020, Vol. 8, No. 3, p. 820 – 831.
- Chirinos, A., Rodríguez, G., Bonomie, M. (2008). Integración vertical de la cadena de valor del sector avícola en el estado Zulia. *Revista Venezolana de Análisis de Coyuntura*, vol. 14, n.1, pp. 175-193.
- Da Silva Ferreira, G., Pinto, M. F., Neto, M. G., Ponsano, E. G., Gonçalves, C. A., Bossolani, I. C. & Pereira, A. G. (2015). Ajuste preciso do nível de energia na dieta de frangos de corte para controle do desempenho e da composição lipídica da carne. *Ciência Rural*, 45(1), 104-110.
- Da Silva, T., Nascimento, K. M., Kiefer, Ch., Copat, L. L., De Freitas, H., Chaves, N., Silva, L., Leite, J., Ofico, A. (2021). Metabolizable energy levels in diets with a fixed nutrient: calorie ratio for free-range broilers. *Semina: Ciênc. Agrár. Londrina*, v. 42, n. 6, suplemento 2, p. 4009-4022, 2021.
- Denbow, D. M. (1989). Peripheral and central control of food intake. *Poultry Science*, 68:938-947.
- De Oliveira, R. (2013). Lisina digestível para frangos de corte tipo caipira. Tesis de Maestría del Programa de Pos Graduación em Zootecnia. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Brasil. 59p.
- Dutra, L. J. (2016). Níveis de energia e nutrientes para frangos de corte: desempenho, rendimento de carcaça e expressão gênica. (Dissertação) Universidade Federal de Sergipe, Brasil.
- Englert, S. I. (1998). Nutrição correta- O segredo do sucesso. *Avicultura*, tudo sobre raças.

- Manejo e nutrição. Porto Alegre, Brasil. 7. Ed.: Editora Agropecuária.
- Ferreira, S. G., Pinto, M. F., Neto, G. M., Ponsano, G. E. H., Gonçalves, C.A., Bossolani, C. I. L. & Perreia, G. A. (2015). Ajuste preciso do nível de energia na dieta de frangos de corte para controle do desempenho e da composição lipídica da carne. *Ciência Rural*, 45(1), 104-110.
- Francesch, M. (2001). Sistemas para la valoración energética de los alimentos en aves. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 9(1): 35-42.
- García, B. R. D. & Quijia, P. J. O. (2012). Parámetros productivos del pollo de engorde sometido a dos niveles de energía entre los 22 a 35 días de edad. Escuela Agrícola Panamericana. (Tesis Pregrado). Zamorano, Honduras.
- Gitoe, A., Janmohammadi, H., Taghizadeh, A. & Rafat, S. A. (2015). Effects of a multi-enzyme on performance and carcass characteristics of broiler chickens fed corn-soybean meal basal diets with different metabolizable energy levels. *Journal of Applied Animal Research*, 43(3), 295-302.
- Infante, R. F., Salinas, C. J., Montañó, G. M. F., Manríquez, N. O. M., González, V. V. M., Guevara, F. O. F. & Ramírez, L. J. A. (2016). Effect of diets with different energy concentrations on growth performance, carcass characteristics and meat chemical composition of broiler chickens in dry tropics. *SpringerPlus*, 5(1), 1937.
- Infostat. (2019). Software Estadístico InfoStat. Universidad de Córdoba, Argentina.
- Jeroch, G. (1988). "Nutrición de las aves". Editorial. Acribia, Zaragoza, España. p. 33 - 37.
- Jimenez, M. (1997). Evaluación productiva de gallinas F1 (Rhode Island x Cuello Desnudo) para su introducción al traspatio. Tesis Médico Veterinario y Zootecnista. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de Veracruz, México. p. 42.
- Leandro, N. S. M., Café, M. B., Stringhini, R. M. F., Moura, K. A., Júnior, R. P. S. (2003). Plano nutricional com diferentes níveis de proteína bruta e energia metabolizável na ração, para frangos de corte. *R. Bras. Zootec.* 2003; 2(3):620-631. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982003000300014>
- Lescano, C. Y Pizarri, E. (1984). Evaluación de pasturas con animales alternativas metodológicas. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales CIAT. Cali Colombia p. 287.
- Lessire, M. (2004). Valores Nutritivos para las aves. In: Tablas de composición y de valor nutritivo de las materias primas destinadas a los animales de interés ganadero: Cerdo, Aves, bovinos, caprinos, Conejos, caballos y peces. Mundi-Prensa Libros. Madrid, España. pp 37-42.

- Macari, M., Furlan, R. L., Gonzales, E. (2008). Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Fundação de estudos e pesquisa em Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia. Editora Funep.
- Massi, P. A., Lima, C. A. R., Machado, N. J. B., Dilelis, F., Brasil, R. J. M., Correa, G. S. S., Curvello, F. A. (2018). Metabolizable energy for broilers with different genetic growth potentials under a free-range system. *Bol. Ind. Anim., Nova Odessa*, v.75, p.1-12, 2018.
- Mayer, J. (1955). Regulation of energy intake and the body weight: the glucostatic theory and the lipostatic theory. *Annual New York Academic Science*, 63:15-43.
- Mendonça, et al. (2007). Metabolizable energy levels and energy: protein ratio for birds' broiler of slow growth raised in free range system. *Acta Scientiarum. Animal Science, Maringá*, v. 29, n. 1, p. 23-30.
- Mendonça, M., Sakomura, N., Dos Santos, F., Freitas, E., Fernandes, J., Barbosa, N. (2008). Níveis de energia metabolizável para machos de corte de crescimento lento criados em semiconfinamento. *R. Bras. Zootec.*, v.37, n.8, p.1433-1440, 2008
- Moreira, A. S., Santos, M. S. V., Vieira, S. S., Tavares, F. B., Manno, M. C. (2012). Desempenho de frangos caipira alimentados com ração contendo diferentes níveis de energia metabolizável. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* v.64, n.4, p1009-1016.
- Muraroli, R. A. (2007). Efeitos de diferentes relações dietéticas de energia metabolizável: proteína bruta e do peso inicial de pintos sobre o desempenho e o rendimento de carcaça em frangos de corte: I machos; II fêmeas. (Dissertação). Universidade de São Paulo. Pirassununga. Brasil.
- Oliveira, H., Carrijo, A., Kiefer, C., Garcia, E., Oliveira, J. Silva, J. Freitas, L., Horing, S. (2013). Lisina digestível em dietas de baixa proteína para frangos de corte tipo caipira de um aos 28 dias. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária Zootecnia*. v. 65, n. 2, p. 497-504.
- Oliveira, K. P. (2015). Influência de diferentes temperaturas e níveis de energia metabolizável no desempenho de frangos de corte na fase final de criação. (Dissertação). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, Brasil.
- Perween, S., Kumar, K., Chandramoni, Kumar, S., Singh, P. K., Kumar, M. & DEY, A. (2016). Effect of feeding different dietary levels of energy and protein on growth performance and immune status of Vanaraja chicken in the tropic. *Veterinary World*, 9(8), 893-899.
- Ravindran, V. (2000). Disponibilidad de piensos y nutrición de aves de corral en países en desarrollo. *Revista del Desarrollo Avícola de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)*. p. 5.

- Ross Breeders. (1998). Manual de pollos de carne. Ross Breeders Limited New Bridge Midlothian EH28 8SZ Scotland. Escocia. p. 43p.
- Sakomura, N., Da Silva, J., Costa, F., Fernandes, J., Hauschild, L. (2014). Nutrição de não ruminantes. Fundação de Apoio a Pesquisa Ensino e Extensão FUNEP. Jaboticabal Brasil, p. 678.
- Santos, M. S. V., Vieira, S. S., Tavares, F. B., Andrade, P., Manno, M. C., Costa, H. S. & Moreira, A. (2012). Desempenho, carcaça e cortes de frangos caipira francês barre (*Gris Barre Cou Plume*). *Archivos de Zootecnia*, 61(234), 287-295.
- Santos, F. R., Stringhini, J. H., Minafra, C. S., Almeida, R. R., Oliveira, P. R., Duarte, E. F; Silva, R. B. & Café, M. B. 2014. Formulação de ração para frangos de corte de crescimento lento utilizando valores de energia metabolizável dos ingredientes determinada com linhagens de crescimento lento e rápido. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária y Zootecnia*, 66(6), 1839-1846.
- SISTEMA INTEGRADO DE ESTADÍSTICA AGRARIA (SIEA). (2019). Ministério de Agricultura y Riego MINAGRI, Perú. p. 164.
- Su Castro. C. (2004). Evaluación del crecimiento de aves cruzadas Cobb 500 con Criollas. alimentadas con dietas conteniendo diferentes densidades de nutrientes. Tesis, Ingeniero Zootecnista. Facultad de Zootecnia. Universidad Nacional Agraria de la selva. Tingo María, Perú. 56 P.
- Toribio-Ruiz, J. (2003) Niveles de energía metabolizable y lisina digestible en dietas de pollos de carne bajo condiciones de trópico húmedo. Tesis ingeniero Zootecnista Universidad Nacional Agraria de la selva. Tingo María, Perú. 70 P.
- Torres-Novoa, D. (2017). Exigencias nutricionales de proteína bruta y energía metabolizable para pollos de engorde. *Revista de Investigación Agraria y Ambiente*, v.9, n.1, p. 105-113.
- Torrijos, A. (1996). “Cría del pollo de carne”. 2da edición. Barcelona, España. Editorial AEDOS. p. 61 – 76.
- Verissimo, S. (2020). Níveis de energia metabolizável em dietas de frango de crescimento lento. Tesis de Maestría em Zootecnia, Escuela Veterinaria y Zootecnia de la Universidade Federal de Goiás Brasil. 53p.
- Vieira, S., De Loureiro, J., Lima, E., Andrade P., Galvao, L., Oliveira, W., Tavares, F., Dos Santos, M. (2023). Using different levels of energy in the diet of chicken slow-growing strain of rustic French Pedrês (Barre Gris Cou Nu). *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, Curitiba, v.6, n.2, p. 1287-1296, abr./jun.,2023.

Willard, F. Y Thomas, T. (1964). Economics of de livestock meat industry. USA. p. 802.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Análisis de regresión cuadrática de la ganancia diaria de peso de pollos criollos alimentados con raciones con diferentes concentraciones de energía metabolizable

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Trat	5.49	2	2.74	8.05	0.0014
Error	11.24	33	0.34		
Lack of Fit	0.69	3	0.23	0.65	0.5871
Error Puro	10.55	30	0.35		
Total	16.73	35			

Anexo 2. Análisis de regresión lineal del consumo diario de alimento de pollos criollos alimentados con raciones con diferentes concentraciones de energía metabolizable

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Trat	45.22	1	45.22	85.91	<0.0001
Error	17.90	34	0.53		
Lack of Fit	1.80	4	0.45	0.84	0.5118
Error Puro	16.10	30	0.54		
Total	63.11	35			

Anexo 3. Análisis de regresión cuadrática de la conversión alimenticia de pollos criollos alimentados con raciones con diferentes concentraciones de energía metabolizable

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Trat	0.28	2	0.14	85.32	<0.0001
Error	0.05	33	1.6E-03		
Lack of Fit	0.01	3	1.9E-03	1.17	0.3386
Error Puro	0.05	30	1.6E-03		
Total	0.33	35			

Anexo 4. Análisis de variancia de la ganancia diaria de peso (GDP) de pollos criollos alimentados con raciones con diferentes concentraciones de energía metabolizable

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV			
GDP	36	0.38	0.26	3.43			
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef	
Trat	6.41	5	1.28	3.61	0.0117		
PI	0.24	1	0.24	0.68	0.4157	0.16	
Error	10.31	29	0.36				
Total	16.73	35					

Test:SNK Alfa=0.05

Error: 0.3556 gl: 29

Trat	Medias	n	E.E.				
2.80	17.80	6	0.24	A			
2.70	17.66	6	0.24	A			
2.90	17.66	6	0.25	A			
3.00	17.61	6	0.25	A			
3.10	17.04	6	0.25	A	B		
2.60	16.58	6	0.26		B		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 5. Análisis de variancia de consumo diario de alimento (CDA) de pollos criollos alimentados con raciones con diferentes concentraciones de energía metabolizable

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV			
CDA	36	0.81	0.77	1.92			
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef	
Trat	41.04	5	8.21	20.02	<0.0001		
PI	4.20	1	4.20	10.25	0.0033	0.66	
Error	11.89	29	0.41				
Total	63.11	35					

Test:SNK Alfa=0.05

Error: 0.4101 gl: 29

Trat	Medias	n	E.E.	
2.70	34.54	6	0.26	A
2.60	34.34	6	0.28	A
2.80	34.06	6	0.26	A
2.90	33.12	6	0.27	B
3.00	31.94	6	0.27	C
3.10	31.93	6	0.27	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 6. Análisis de variancia de conversión alimenticia (CA) de pollos criollos alimentados con raciones con diferentes concentraciones de energía metabolizable

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV		
CA	36	0.86	0.83	2.11		
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Trat	0.26	5	0.05	31.45	<0.0001	
PI	1.2E-04	1	1.2E-04	0.08	0.7858	3.6E-03
Error	0.05	29	1.6E-03			
Total	0.33	35				

Test:SNK Alfa=0.05

Error: 0.0016 gl: 29

Trat	Medias	n	E.E.	
2.60	2.08	6	0.02	A
2.70	1.99	6	0.02	B
2.80	1.91	6	0.02	C
2.90	1.87	6	0.02	C D
3.10	1.87	6	0.02	C D
3.00	1.82	6	0.02	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 7. Datos de peso inicial, final, ganancia diaria de peso, consumo diario de alimento y conversión alimenticia de pollos criollos alimentados con raciones con diferentes concentraciones de energía metabolizable

Trat	Rep	PI	PF	GDP	CDA	CA
2.6	1	41.85	517.18	16.98	34.24	2.02
2.6	2	42.16	503.98	16.49	34.42	2.09
2.6	3	43.15	509.99	16.67	35.25	2.11
2.6	4	42.31	524.42	17.22	36.09	2.10
2.6	5	41.85	509.66	16.71	34.25	2.05
2.6	6	41.91	488.09	15.93	33.87	2.13
2.7	1	40.71	563.98	18.69	33.87	1.99
2.7	2	41.58	535.52	17.64	34.87	1.98
2.7	3	41.80	511.70	16.78	33.27	1.98
2.7	4	42.29	533.18	17.53	35.22	2.01
2.7	5	41.49	557.27	18.42	35.41	1.92
2.7	6	41.59	512.48	16.82	34.24	2.04
2.8	1	40.96	565.00	18.72	34.43	1.84
2.8	2	41.65	539.14	17.77	34.11	1.92
2.8	3	42.34	542.40	17.86	34.05	1.91
2.8	4	41.61	531.97	17.51	34.06	1.94
2.8	5	41.60	534.61	17.61	34.49	1.96
2.8	6	41.44	524.77	17.26	32.97	1.91
2.9	1	41.71	546.69	18.03	33.33	1.85
2.9	2	40.70	508.80	16.72	31.79	1.90
2.9	3	40.75	531.77	17.54	32.65	1.86
2.9	4	41.23	521.82	17.16	33.03	1.92
2.9	5	41.65	534.27	17.59	32.90	1.87
2.9	6	41.95	562.63	18.60	33.70	1.81
3.0	1	41.30	519.70	17.09	30.93	1.81
3.0	2	41.24	555.38	18.36	32.01	1.74
3.0	3	42.89	556.92	18.36	33.12	1.80
3.0	4	42.14	539.00	17.75	32.83	1.85
3.0	5	41.24	507.56	16.65	31.31	1.88
3.0	6	42.89	539.54	17.74	32.53	1.83
3.1	1	41.90	507.46	16.63	30.76	1.85
3.1	2	41.60	527.43	17.35	32.27	1.86
3.1	3	40.51	505.17	16.60	31.70	1.91
3.1	4	41.25	529.43	17.44	31.92	1.83
3.1	5	40.96	510.52	16.77	31.36	1.87
3.1	6	41.95	521.58	17.13	32.38	1.89

Figura 1.- Desinfección de galpón con lanzallamas.



Figura 2.- Preparación de las raciones para los tratamientos



Figura 3.- Pesaje e Instalación de los pollitos en el día 1



Figura 4.- Alimentación ad libitum y manejo de los focos para control de temperatura según edad de los pollitos.



Figura 5.- Manejo de Cortinas del galpón



Figura 6.- Primera Dosis de Triple Aviar



Figura 7.- Segunda Dosis de Triple Aviar



Figura 8.- Vacuna Usada



Figura 9.- Control de Las Aves



Figura 10.-Pesaje Final de los Pollos



Figura 11.- Pesaje Final del Alimento sobrante



Figura 12.- Pollos a la Venta

