

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN NUTRICIÓN**



**“COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE POLLOS DE CARNE  
CON DIETAS DE DIFERENTES DENSIDADES ENERGÉTICAS  
Y NIVELES DE PERFIL DE PROTEÍNA IDEAL”**

Presentada por:

**FREDDY ALEXANDER HORNA MORILLO**

Tesis para Optar el Grado de:

**MAGISTER SCIENTIAE EN NUTRICIÓN**

Lima – Perú

2017

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN NUTRICIÓN**

**“COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE POLLOS DE CARNE  
CON DIETAS DE DIFERENTES DENSIDADES ENERGÉTICAS  
Y NIVELES DE PERFIL DE PROTEÍNA IDEAL”**

Tesis para optar el Grado de:

**MAGISTER SCIENTIAE EN NUTRICIÓN**

Presentada por:

**FREDDY ALEXANDER HORNA MORILLO**

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:

---

Mg. Sc. Víctor Vergara Rubín  
PRESIDENTE

---

Ph. D. Víctor Guevara Carrasco  
PATROCINADOR

---

Ph. D. Carlos Vílchez Perales  
MIEMBRO

---

Ph. D. Sergio Rojas Montoya  
MIEMBRO

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a mi familia, por su apoyo incondicional, sus buenos consejos y su infinito amor.

A mis amigos, que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional.

A los maestros, aquellos que de alguna manera nos marcaron en cada etapa de nuestro camino profesional.

## **AGRADECIMIENTOS**

Aprovecho las siguientes líneas para expresar mi más sincero agradecimiento a aquellas personas que brindaron su apoyo durante el desarrollo de la presente tesis:

Al Ph. D. Víctor Guevara Carrasco, asesor de esta investigación, por la orientación, el seguimiento y la supervisión continua y con quien me encuentro en deuda por el ánimo infundido y la confianza en mí depositada.

Un especial reconocimiento al Ph. D. Carlos Vílchez Perales, por los consejos, su generosidad en compartir sus conocimientos, las críticas constructivas y las sugerencias.

Al Departamento Académico de Nutrición de la Facultad de Zootecnia de la UNALM, por permitirme utilizar las instalaciones de investigación para la realización de este trabajo.

Un agradecimiento muy especial merecen los miembros del jurado de sustentación, por la comprensión y paciencia.

A mis compañeros de estudios de maestría por todo el apoyo brindado en la fase experimental.

De manera especial quisiera agradecer a Andrea Marchán, por su compañía, pues cada paso de este trabajo fue a su lado.

A todos ellos, muchas gracias.

# INDICE GENERAL

	Página
<b>I. INTRODUCCION .....</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>2</b>
2.1. Densidad Energética .....	2
2.1.1. Efecto de la Densidad Energética sobre el comportamiento productivo .....	2
2.2. Proteína Ideal .....	3
2.2.1. Efecto del Nivel del Perfil de Proteína Ideal .....	4
<b>III. MATERIALES Y METODOS .....</b>	<b>7</b>
3.1. Materiales .....	7
3.1.1. Lugar del experimento .....	7
3.1.2. Instalaciones y equipos .....	7
3.1.3. Animales experimentales .....	7
3.1.4. Tratamientos .....	8
3.1.5. Dietas Experimentales .....	8
3.2. Métodos .....	12
3.2.1. Manejo de los Animales .....	12
3.2.2. Análisis proximal de las dietas experimentales .....	12
3.2.3. Evaluaciones .....	19
3.3. Diseño estadístico .....	20
3.4. Análisis Estadístico .....	20
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>21</b>
4.1. Peso Vivo .....	21
4.2. Consumo de Alimento .....	23
4.3. Ganancia de Peso .....	26
4.4. Conversión Alimenticia .....	28

4.5. Ingreso sobre el Costo de Alimentación (ISCA) .....	31
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>33</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>34</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>35</b>
<b>VIII. ANEXOS .....</b>	<b>40</b>

## INDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1: Respuestas de diferentes Niveles de Perfil de Proteína Ideal de Pollos de 1 a 49 días de edad sobre el Peso Vivo Final y Conversión Alimenticia. ....	6
Tabla 2: Tratamientos usados en el Experimento.....	9
Tabla 3: Perfil de Proteína Ideal utilizado.....	10
Tabla 4: Nivel de Lisina calculada para cada tratamiento en la etapa de Inicio.....	11
Tabla 5: Nivel de Lisina calculada para cada tratamiento en la etapa de Crecimiento. ....	11
Tabla 6: Fórmulas y Valor Nutricional calculado de las dietas experimentales en base a Maíz - Soya - para la etapa de Inicio (1 - 21 días). ....	13
Tabla 7: Fórmulas y Valor Nutricional calculado de las dietas experimentales en base a Maíz - Soya - para la etapa de Inicio (1 - 21 días). ....	14
Tabla 8: Fórmulas y Valor Nutricional calculado de las dietas experimentales en base a Maíz - Soya - para la etapa de Crecimiento (22 - 42 días).....	15
Tabla 9: Fórmulas y Valor Nutricional calculado de las dietas experimentales en base a Maíz - Soya - para la etapa de Crecimiento (22 - 42 días).....	16
Tabla 10: Análisis Químicos Proximales de las dietas experimentales y energía Metabolizable estimada para la etapa de Inicio (1 - 21 días).....	17
Tabla 11: Análisis Químicos Proximales de las dietas experimentales y energía Metabolizable estimada para la etapa de Crecimiento (22 - 42 días). ....	18
Tabla 12: Efecto de los Niveles de Densidad Energética y de NPPI sobre el Peso Vivo.....	22
Tabla 13: Efecto de los Niveles de Densidad Energética y de Nivel de Perfil de Proteína Ideal sobre el Consumo de Alimento. ....	23
Tabla 14: Efecto de los Niveles de Densidad Energética y Niveles de Perfil de Proteína Ideal sobre la Ganancia de Peso. ....	27
Tabla 15: Efecto de los Niveles de Densidad Energética y de Nivel de Perfil de Proteína Ideal sobre Conversión Alimenticia. ....	28
Tabla 16: Efecto de los Niveles de Densidad Energética y de Nivel de Perfil de Proteína Ideal sobre Ingreso sobre Costo de Alimentación. ....	32

## INDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo I:	Requerimientos Nutricionales de Pollos de Carne. .... 41
Anexo II:	Perfiles de nutrientes utilizados en la formulación de dietas para la etapa de Inicio (%). .... 42
Anexo III:	Perfiles de nutrientes utilizados en la formulación de dietas para la etapa de Crecimiento (%). .... 43
Anexo IV:	Composición Nutricional de los ingredientes utilizados para la formulación de dietas. .... 44
Anexo V:	Pesos Vivos Iniciales en Gramos. .... 45
Anexo VI:	Pesos Vivos en la etapa de Inicio en Gramos. .... 46
Anexo VII:	Pesos Vivos en la etapa de Crecimiento en Gramos. .... 47
Anexo VIII:	Consumo Acumulado de Alimento para la Etapa de Inicio en Gramos. .... 48
Anexo IX:	Consumo Acumulado de Alimento para la Etapa de Crecimiento en Gramos. .... 49
Anexo X:	Ingreso sobre el Costo de Alimentación de Pollos de carne en respuesta a diferentes niveles de Densidad Energética y de Niveles de Perfil de Proteína Ideal. .... 50
Anexo XI:	Ingreso sobre el Costo de Alimentación de Pollos de carne en respuesta a diferentes niveles de Densidad Energética y de Niveles de Perfil de Proteína Ideal (Continuación). .... 51
Anexo XII:	Procedimiento Modelo Lineal General (GLM) y Prueba de Duncan para Peso Vivo. .... 52
Anexo XIII:	Procedimiento GLM y Prueba de Duncan para Consumo de Alimento. .... 53
Anexo XIV:	Procedimiento GLM y Prueba de Duncan para Ganancia de Peso. .... 54
Anexo XV:	Procedimiento GLM y Prueba de Duncan para Conversión Alimenticia. .... 55
Anexo XVI:	Procedimiento GLM y Prueba de Duncan para Ingreso sobre Costo de Alimentación (ISCA) en Soles/Pollo. .... 56

## **RESUMEN**

El objetivo del presente trabajo fue estudiar el comportamiento productivo de pollos de carne con dietas de diferentes Densidades Energéticas y Niveles de Perfil de Proteína Ideal. El experimento se realizó con 240 pollos machos de 1 día de edad distribuidos en un diseño Completamente al Azar con arreglo factorial 4 x 4 con 3 repeticiones. Las dietas experimentales incluyeron la combinación de 4 Densidades Energéticas (3000, 3100, 3200 y 3300 Kcal EM/kg) y 4 niveles de perfil de Proteína Ideal (90, 100, 110 y 120%). Las aves fueron alimentadas según las normas del NRC (1994) ajustando en el inicio el nivel de Lisina de 1.10 a 1.21%. A partir del Nivel de Densidad Energética del NRC (1994) de 3200 Kcal EM/kg se obtuvo los niveles de Densidad Energética de 3000, 3100, y 3300 Kcal EM/kg, tanto para Inicio y Crecimiento. Los niveles de aminoácidos que correspondían a cada Densidad Energética fueron considerados como 100% para el cálculo de los niveles de Perfiles de Proteína Ideal (NPPI) de 90, 100, 110 y 120% de tal manera que el perfil de proteína ideal sea constante. La máxima respuesta para Peso Vivo, la Conversión Alimenticia más eficiente para toda la etapa de crianza y el más alto Ingreso sobre costo de Alimentación se logró con el nivel de Densidad Energética de 3200 Kcal EM/Kg y un Nivel de Perfil de Proteína Ideal de 110%.

**Palabras Claves:** Densidad Energética, Proteína Ideal.

## **ABSTRACT**

The aim of this work was to investigate the performance response of broilers fed diets with different Energy Density and Ideal Protein Profile levels. The experiment was carried out with a total of 240 1-day-old male broiler chickens randomly allocated in a completely randomized block design with 3 replicates with a 3 x 3 factorial arrangement. Experimental diets included the combination of 4 Energy Densities (3000, 3100, 3200 and 3300 Kcal ME/kg) and 4 Ideal Protein Profile Levels (90, 100, 110 and 120%). Birds were fed according to NRC (1994) requirements, adjusting the starter level of lysine from 1.10 to 1.21%. Energy Density levels of 3000, 3100 and 3300 Kcal ME/kg were obtained from the level of Energy Density of 3200 Kcal ME/kg recommended by NRC (1994) for both Starter and Grower diets. The amino acid levels corresponding to each Energy Density were considered 100% for the calculation of the Ideal Protein Profile Levels of 90, 100, 110 and 120%, so that the Ideal Protein Profile Level was constant. Maximum response for Body Weight, the most efficient feed conversion and maximum margin over feed, at the end of the growing period, was reached with the Energy Density level of 3200 Kcal ME / kg and Ideal Protein Profile Level of 110%.

**Key Words:** Energy Density, Ideal Protein.

## I. INTRODUCCION

El objetivo de toda producción avícola es optimizar la performance de acuerdo a los objetivos de producción, por lo que, las especificaciones de nutrientes en la dieta se pueden elegir de modo que se obtenga la máxima respuesta del ave garantizando ingresos económicos. Para ello, es de vital importancia conocer la respuesta productiva del ave para lograr dichos objetivos.

Un cambio en el contenido de energía en la dieta se suele traducir en un cambio inverso en la cantidad de alimento consumido, por lo que la energía de la dieta y nutrientes deben ser considerado como una entidad. En este aspecto, la Densidad Energética de la dieta es uno de los factores que influyen directamente en el comportamiento productivo de los pollos de carne. Por otro lado, se ha encontrado que un incremento en los niveles de perfiles de Proteína Ideal mejora el Peso Vivo final y reduce la Conversión Alimenticia e incrementa el porcentaje de pechuga.

En la actualidad, los trabajos de investigación disponibles han estudiado o el efecto de la Densidad Energética o el efecto de los niveles de Perfiles de Proteína Ideal sobre parámetros productivos en pollos de carne por separado, manteniendo constante o Densidad Energética o el nivel del perfil de Proteína Ideal. No se han encontrado trabajos publicados respecto a la interacción de ambos donde se obtenga tanto la respuesta del ave a diferentes Densidades Energéticas y a diferentes niveles de Perfil de Proteína Ideal.

Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo es estudiar el comportamiento productivo de pollos de carne con dietas de diferentes Densidades Energéticas y niveles de perfil de Proteína Ideal, tomando como criterio de evaluación Peso Vivo, Ganancia de Peso, Consumo de Alimentos, Conversión Alimenticia e Ingreso sobre Costo de Alimento.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Densidad Energética**

Sell y Owings (1981) denominaron Densidad Energética a la concentración de nutrientes que cambiaba en proporción a los cambios de Energía Metabolizable en la dieta, de tal manera que la relación Energía Metabolizable a nutriente se mantenía constante. Guevara (2004) denominó Densidad Energética de la dieta a la relación constante de nutriente por megacaloría de Energía Metabolizable.

Por varios años se ha asumido que los pollos consumen para cubrir sus necesidades Energéticas asumiendo que la dieta es adecuada en sus nutrientes esenciales (Hill y Dansky, 1954). Por otro lado, un cambio en el contenido de energía en la dieta se traduce en un cambio inverso en la cantidad total de alimento consumido, y por lo tanto, influye en la ingesta de nutrientes esenciales (Slagter y Waldroup, 1983). Bajo este escenario, muchas investigaciones son consistentes en mostrar que si los nutrientes son mantenidos en relación a la energía (Densidad Energética), se produce un incremento de la tasa de crecimiento y mejoras en la eficiencia Alimenticia conforme se incrementa los niveles de energía (Waldroup, 1981; Jackson et al., 1982; Leeson et al., 1996).

#### **2.1.1. Efecto de la Densidad Energética sobre el comportamiento productivo**

Leeson et al. (1996) realizaron un experimento alimentando pollos machos con dietas en relación a la Densidad de nutriente de 2700 a 3300 Kcal EM/kg de alimento y no encontraron ningún efecto en la tasa de crecimiento, debido a que el consumo de energía fue constante, pero disminuyó la cantidad de grasa de la carcasa a medida que se reducía el nivel de energía de la dieta.

Deaton et al. (1983) observaron que al reducir la Densidad Energética de la dieta, se obtuvieron menores porcentajes de deposición de grasa abdominal en pollos. Por otro lado, Conga (1990), encontró que incrementando los niveles de energía, desde 2900 hasta 3200 Kcal EM/kg y manteniendo una relación caloría aminoácido constante, determina un aumento significativo en la Ganancia de Peso y un mejor índice de Conversión. Soto (2000) encontró que para el Peso Vivo hay una tendencia lineal y para la Conversión de alimento una respuesta cuadrática conforme se incrementan los niveles de Densidad Energética en la dieta.

Saleh et al. (2004) realizaron un experimento variando la Densidad Energética manteniendo niveles de proteína cruda, aminoácidos y otros nutrientes en proporción al nivel de energía y encontraron que el rendimiento en carcasa tendía a disminuir cuando se incrementaba la Densidad de nutrientes.

Rabie y Szilagi (1998) encontraron que una alimentación con altos niveles de Densidad Energética mejoraba significativamente el Peso Vivo y la Conversión Alimenticia de pollos comparados con aquellos alimentados con niveles medios o bajos de Densidad Energética. Skinner et al. (1993) indicaron que pollos alimentados con dietas de alta Densidad Energética mostraron mejores Conversiones Alimenticias que aquellos alimentados con niveles bajos de Densidad Energética.

## **2.2. Proteína Ideal**

El concepto de proteína ideal se refiere básicamente al balance exacto de aminoácidos esenciales, capaces de satisfacer sin deficiencias ni excesos, las necesidades absolutas de todos los aminoácidos requeridos, para mantenimiento y una máxima deposición muscular, expresando cada aminoácido como porcentaje, en relación a otro aminoácido de referencia (usualmente lisina). Con esto es posible mantener una relación constante conservando una calidad de proteína similar, para cubrir las necesidades fisiológicas y productivas del animal (Salvador y García, 2001). Este balance exacto de aminoácidos, proporcionados en la dieta, cubre todos los requerimientos de ellos, sin excesos ni deficiencias y considera los factores genético, dietéticos y ambientales que puedan afectar los requerimientos de aminoácidos en aves (Salvador, 2008).

### **2.2.1. Efecto del Nivel del Perfil de Proteína Ideal**

Lemme et al (2006) realizaron experimentos variando el Nivel del Perfil Completo y Balanceado de Proteína Ideal, los cuales variaban porcentualmente por encima o por debajo de los niveles recomendados en las tablas que se asumió como el 100%. En dicho estudio se encontró que el rendimiento productivo de las aves puede ser mejorado incrementando los niveles de Perfil de Proteína Ideal, pero hay factores nutricionales y medio ambientales relacionados a la salud o manejo, la forma y calidad del alimento, y tamaño de partícula de los ingredientes utilizados que afectan la respuesta a los aminoácidos de la dieta y limitan la respuesta máxima al Nivel del Perfil de Proteína Ideal.

Aftab (2009) condujo un experimento factorial para estudiar el efecto del Nivel de Energía Metabolizable y el nivel del Perfil de Proteína Ideal con pollos de 1 a 35 días de Edad. No encontró interacción entre ambos factores. Encontró respuestas lineales significativas para el nivel del Perfil de Proteína Ideal en Consumo de Alimento y Peso Vivo, pero no en Conversión Alimenticia.

Madsen et al (2010) realizaron un experimento para investigar la repuesta del ave al Nivel de Energía Metabolizable y al Nivel del Perfil de Proteína Ideal en un Periodo de 42 días. Se obtuvo que conforme se incrementó el Nivel del Perfil de Proteína Ideal el Consumo de Alimento disminuyó mientras que el Peso Vivo y la Conversión Alimenticia mejoraron linealmente independientemente del nivel de Energía Metabolizable.

Estudios realizados por Wijtten et al. (2004) registraron que la Ganancia de Peso y la Conversión Alimenticia se incrementaban linealmente y la concentración de grasa en la carcasa se reducía con incrementos en el Nivel del Perfil de Proteína Ideal para pollos machos de 14 a 34 días.

Koch et al. (2002) realizaron diversos experimentos en pollos de 28 a 41 días para evaluar respuesta de Diferentes Niveles de Perfiles de Proteína ideal en donde encuentra que la respuesta del ave en Ganancia de Peso, Conversión Alimenticia y Porcentaje de Pechuga mejora incluso con un nivel de perfil de 140%

Lemme (2008) realizó un experimento con el fin de evaluar el efecto de 5 niveles de Perfil de Proteína Ideal – en dos líneas de pollos comerciales y para ambos sexos – sobre el Peso Vivo (49 días), la Conversión Alimenticia y el porcentaje de pechuga. Encontraron que un incremento en el nivel del Perfil de Proteína Ideal mejora el Peso Vivo final (asintótico), mejora la eficiencia Alimenticia (linealmente) e incrementa el porcentaje de pechuga (asintótico). Los resultados de su experimento se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1: Respuestas de diferentes Niveles de Perfil de Proteína Ideal de Pollos de 1 a 49 días de edad sobre el Peso Vivo Final y Conversión Alimenticia.**

Línea	Nivel de Perfil de Proteína Ideal (%)	MACHOS		HEMBRAS	
		Peso Vivo (g)	Conversión Alimenticia (g/g)	Peso Vivo (g)	Conversión Alimenticia (g/g)
<b>Ross - 308</b>	82	3158	1.87	2671	1.96
	90	3781	1.80	2968	1.92
	99	3920	1.73	3153	1.86
	111	3914	1.71	3245	1.84
	123	4078	1.66	3239	1.81
<b>Ross - 708</b>	82	2984	1.90	2566	1.97
	90	3661	1.79	2781	1.94
	99	3872	1.72	3104	1.85
	111	3987	1.69	3215	1.86
	123	4089	1.66	3181	1.81

**FUENTE:** Lemme (2008).

### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1. Materiales**

##### **3.1.1. Lugar del experimento**

El trabajo de investigación se llevó a cabo en las instalaciones del laboratorio de Investigación en Nutrición y Alimentación de Aves (LINAA) del Departamento de Nutrición de la Universidad Nacional Agraria La Molina entre los meses de noviembre del 2014 y Enero del 2015. Las dietas se elaboraron en la Planta de Alimentos Balanceados del Programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos de la Facultad de Zootecnia. Los análisis químicos de las dietas se efectuaron en el Laboratorio Académico de Nutrición de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

##### **3.1.2. Instalaciones y equipos**

La prueba biológica se efectuó en jaulas metabólicas; para la etapa de Inicio, la temperatura estuvo regulada por un termostato. Cada batería conto con cinco pisos y se realizó divisiones para obtener 4 jaulas por piso. Cada jaula conforma una Unidad Experimental. Cada Unidad Experimental contó con comedero lineal y bebedero lineal. Cada piso de la batería contó focos de 50 watts de potencia, emparrillado de alambre galvanizado cubierto con malla metálica, y una bandeja metálica que fue compartida por ambas divisiones de cada frente para la colección de excretas.

##### **3.1.3. Animales experimentales**

Se utilizaron 240 pollos de carne machos de un día de edad, de la línea Cobb 500. El tiempo de crianza fue de 42 días, siendo las etapas experimentales inicio (0 – 21 días) y crecimiento (22 – 42 días).

Las aves fueron distribuidas mediante un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial. Para esto, se utilizaron 48 unidades experimentales en los cuales se distribuyeron las 240 aves obteniendo 5 aves por unidad experimental. Las aves fueron criadas hasta los 21 días en las baterías de inicio y posteriormente 21 días más, en las baterías de crecimiento.

#### **3.1.4. Tratamientos**

Los tratamientos se diseñaron de acuerdo a la combinación de cuatro niveles de Densidad Energética (3000, 3100, 3200 y 3300 Kcal EM/kg), y cuatro Niveles de Perfil de Proteína Ideal (90, 100, 110 y 120%), obteniendo 16 tratamientos en total. Los tratamientos se describen en la Tabla 2.

#### **3.1.5. Dietas Experimentales**

El nivel de lisina de Inicio en la tabla del NRC (1994) fue modificado según la recomendación de Vazquez y Pesti (1997) de 1.10% a 1.21% obteniéndose un nuevo Perfil de Proteína Ideal. En el crecimiento se conservó el mismo perfil de aminoácidos para el cálculo de la Proteína Ideal. El cálculo de los Perfiles de Proteína Ideal descrito anteriormente se muestra en la Tabla 3. Los requerimientos nutricionales del NRC (1994) se muestran en el Anexo I.

A partir del Nivel de Energía del NRC (1994) de 3200 Kcal EM/kg con sus perfiles de nutrientes y con las proteínas ideales descritos en el párrafo anterior se calculó el requerimiento de nutrientes en g/Mcal, para obtener los niveles de Densidad Energética de 3000, 3100, 3200 y 3300 Kcal EM/kg. Los niveles de aminoácidos que correspondían a cada Densidad Energética fueron considerados como 100% para el cálculo de los niveles de Perfiles de Proteína Ideal (NPPI) de 90, 100, 110 y 120% de tal manera que el Perfil de Proteína Ideal sea constante. El procedimiento descrito se muestra en las Tablas 4 y 5. Los valores nutricionales utilizados para la formulación de las dietas experimentales y los insumos utilizados en la formulación de dietas se muestran en los Anexos II, III y IV.

**Tabla 2: Tratamientos usados en el Experimento.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción</b>
(T - 1):	Densidad Energética: 3000 Kcal EM/kg y NPPI: 90%
(T - 2):	Densidad Energética: 3000 Kcal EM/kg y NPPI: 100%
(T - 3):	Densidad Energética: 3000 Kcal EM/kg y NPPI: 110%
(T - 4):	Densidad Energética: 3000 Kcal EM/kg y NPPI: 120%
(T - 5):	Densidad Energética: 3100 Kcal EM/kg y NPPI: 90%
(T - 6):	Densidad Energética: 3100 Kcal EM/kg y NPPI: 100%
(T - 7):	Densidad Energética: 3100 Kcal EM/kg y NPPI: 110%
(T - 8):	Densidad Energética: 3100 Kcal EM/kg y NPPI: 120%
(T - 9):	Densidad Energética: 3200 Kcal EM/kg y NPPI: 90%
(T - 10):	Densidad Energética: 3200 Kcal EM/kg y NPPI: 100%
(T - 11):	Densidad Energética: 3200 Kcal EM/kg y NPPI: 110%
(T - 12):	Densidad Energética: 3200 Kcal EM/kg y NPPI: 120%
(T - 13):	Densidad Energética: 3300 Kcal EM/kg y NPPI: 90%
(T - 14):	Densidad Energética: 3300 Kcal EM/kg y NPPI: 100%
(T - 15):	Densidad Energética: 3300 Kcal EM/kg y NPPI: 110%
(T - 16):	Densidad Energética: 3300 Kcal EM/kg y NPPI: 120%

NPPI: Nivel de Perfil de Proteína Ideal

**Tabla 3: Perfil de Proteína Ideal utilizado.**

<b>Aminoácido Esencial</b>	<b>PERIODO</b>	
	<b>INICIO<sup>a</sup></b>	<b>CRECIMIENTO</b>
Lisina	100	100
Metionina	42	38
Metionina + Cistina	75	72
Treonina	67	74
Triptófano	17	18
Arginina	104	110
Isoleucina	67	73
Leucina	100	109
Valina	75	82
Fen + Tir	112	122
Histidina	29	32

<sup>a</sup> Perfil de Aminoácidos Modificado y adaptado de NRC(1994) según Vazquez y Pesti (1997).

**Tabla 4: Nivel de Lisina calculada para cada tratamiento en la etapa de Inicio.**

Densidad Energética (Kcal EM/Kg)	Nivel de Perfil de Proteína ideal (%)	Lisina (%)	Tratamiento
<b>3000</b>	90	1.02	T - 1
	<b>100</b>	<b>1.13</b>	T - 2
	110	1.25	T - 3
	120	1.36	T - 4
<b>3100</b>	90	1.05	T - 5
	<b>100</b>	<b>1.17</b>	T - 6
	110	1.29	T - 7
	120	1.41	T - 8
<b>3200</b>	90	1.09	T - 9
	<b>100</b>	<b>1.21</b>	T - 10
	110	1.33	T - 11
	120	1.45	T - 12
<b>3300</b>	90	1.12	T - 13
	<b>100</b>	<b>1.25</b>	T - 14
	110	1.37	T - 15
	120	1.50	T - 16

**Tabla 5: Nivel de Lisina calculada para cada tratamiento en la etapa de Crecimiento.**

Densidad Energética (Kcal EM/Kg)	Nivel de Perfil de Proteína ideal (%)	Lisina (%)	Tratamiento
<b>3000</b>	90	0.84	T - 1
	<b>100</b>	<b>0.94</b>	T - 2
	110	1.03	T - 3
	120	1.13	T - 4
<b>3100</b>	90	0.87	T - 5
	<b>100</b>	<b>0.97</b>	T - 6
	110	1.07	T - 7
	120	1.16	T - 8
<b>3200</b>	90	0.90	T - 9
	<b>100</b>	<b>1.00</b>	T - 10
	110	1.10	T - 11
	120	1.20	T - 12
<b>3300</b>	90	0.93	T - 13
	<b>100</b>	<b>1.03</b>	T - 14
	110	1.13	T - 15
	120	1.24	T - 16

La composición porcentual de las dietas experimentales para la etapa de Inicio y Crecimiento, así como el valor nutritivo calculado para cada dieta se presentan en las Tablas 6, 7, 8 y 9.

Las dietas experimentales fueron formuladas usando programación lineal desarrollada en Microsoft Excel e implementada en la herramienta Solver.

## **3.2. Métodos**

### **3.2.1. Manejo de los Animales**

La alimentación fue ad libitum desde el primer día de edad hasta los 42 días. El agua estuvo disponible todo el día, y se cambió diariamente. Las aves vinieron vacunadas contra las enfermedades de Marek, New Castle y Bronquitis Infecciosa, desde la planta de incubación. Por encontrarse las instalaciones lejos de las granjas de pollos y por ser un bajo número de animales, no se realizó otra vacunación.

### **3.2.2. Análisis proximal de las dietas experimentales**

Se tomaron muestras homogéneas de aproximadamente 500 gramos de las dietas experimentales usadas en la etapa de Inicio y de Crecimiento. Los análisis se efectuaron en el Laboratorio Académico de Nutrición de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Los resultados se presentan en las Tablas 10 y 11.

**Tabla 6: Fórmulas y Valor Nutricional calculado de las dietas experimentales en base a Maíz - Soya - para la etapa de Inicio (1 - 21 días).**

<b>TRATAMIENTOS</b>								
<b>Densidad Energética</b>	<b>3000 Kcal EM/kg</b>				<b>3100 Kcal EM/kg</b>			
<b>NPPI (%)</b>	<b>90</b>	<b>100</b>	<b>110</b>	<b>120</b>	<b>90</b>	<b>100</b>	<b>110</b>	<b>120</b>
	<b>T - 1</b>	<b>T - 2</b>	<b>T - 3</b>	<b>T - 4</b>	<b>T - 5</b>	<b>T - 6</b>	<b>T - 7</b>	<b>T - 8</b>
	<b>%</b>							
Maíz (7,88%)	71.774	65.335	58.817	52.300	66.567	59.831	53.222	49.999
Soya Harina (47%)	24.523	24.809	25.097	25.384	15.493	15.791	17.699	30.000
Soya Integral Extrusada	0.000	6.189	12.457	18.726	14.121	20.599	25.000	11.873
Pescado Harina (65.7%)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.875
Aceite de Soya	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.340	2.886
Carbonato de Calcio	0.994	0.992	0.990	0.988	1.023	1.021	1.018	0.950
Fosfato Bicálcico	1.778	1.730	1.682	1.633	1.844	1.794	1.745	1.479
Sal	0.424	0.425	0.427	0.428	0.443	0.445	0.446	0.421
DL-Metionina	0.204	0.242	0.280	0.318	0.220	0.259	0.298	0.323
L-Lisina	0.183	0.158	0.130	0.103	0.169	0.140	0.112	0.074
Proapack pollos	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120
Trigo Subproducto	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<b>TOTAL</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>

**Valor Nutricional Calculado (%)**

E.M. (Kcal/Kg)	3000	3000	3000	3000	3.10	3100	3100	3100
Proteína Total %	17.52	19.39	21.29	23.18	18.00	19.96	21.93	23.87
Lisina %	1.02	1.13	1.25	1.36	1.06	1.17	1.29	1.41
Metionina %	0.47	0.53	0.59	0.66	0.49	0.56	0.62	0.69
Metionina + Cistina %	0.77	0.85	0.94	1.02	0.79	0.88	0.97	1.06
Treonina %	0.68	0.76	0.84	0.91	0.71	0.79	0.86	0.94
Triptófano %	0.21	0.24	0.27	0.30	0.22	0.26	0.29	0.31
Arginina %	1.11	1.27	1.42	1.57	1.16	1.32	1.48	1.61
Isoleucina %	0.73	0.83	0.92	1.01	0.76	0.85	0.95	1.04
Leucina %	1.56	1.69	1.81	1.93	1.58	1.71	1.84	1.97
Valina %	0.83	0.92	1.01	1.10	0.85	0.94	1.04	1.13
Fen + Tir %	1.47	1.63	1.80	1.97	1.50	1.68	1.85	2.01
Histidina %	0.47	0.52	0.57	0.62	0.48	0.53	0.58	0.63
Glicina + Serina %	1.61	1.79	1.97	2.15	1.64	1.82	2.01	2.27
Fenilalanina %	0.86	0.96	1.06	1.16	0.89	0.99	1.10	1.18
Fósforo disponible %	0.42	0.42	0.42	0.42	0.44	0.44	0.44	0.44
Calcio %	0.94	0.94	0.94	0.94	0.97	0.97	0.97	0.97
Sodio %	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
Potasio %	0.73	0.81	0.90	0.99	0.75	0.84	0.94	0.98
Cloro %	0.35	0.34	0.33	0.32	0.35	0.34	0.34	0.33
<b>Costo (\$/kg)</b>	<b>1.211</b>	<b>1.270</b>	<b>1.329</b>	<b>1.388</b>	<b>1.282</b>	<b>1.343</b>	<b>1.406</b>	<b>1.507</b>

**Tabla 7: Fórmulas y Valor Nutricional calculado de las dietas experimentales en base a Maíz - Soya - para la etapa de Inicio (1 - 21 días).**

<b>TRATAMIENTOS</b>								
<b>Densidad Energética</b>	<b>3200 Kcal EM/kg</b>				<b>3300 Kcal EM/kg</b>			
<b>NPPI (%)</b>	<b>90</b>	<b>100</b>	<b>110</b>	<b>120</b>	<b>90</b>	<b>100</b>	<b>110</b>	<b>120</b>
	<b>T - 9</b>	<b>T - 10</b>	<b>T - 11</b>	<b>T - 12</b>	<b>T - 13</b>	<b>T - 14</b>	<b>T - 15</b>	<b>T - 16</b>
	<b>%</b>							
Maíz (7,88%)	61.481	56.867	54.508	52.151	65.411	62.899	60.146	55.698
Soya Harina (47%)	9.043	11.869	11.570	11.271	20.988	20.655	20.299	23.195
Soya Integral Extrusada	25.000	25.000	25.000	25.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Pescado Harina (65.7%)	0.000	1.560	4.947	8.334	5.520	9.160	13.138	14.341
Aceite de Soya	0.544	1.085	0.977	0.869	5.005	4.888	4.761	5.313
Carbonato de Calcio	1.051	0.997	0.884	0.772	0.891	0.770	0.638	0.595
Fosfato Bicálcico	1.911	1.679	1.238	0.796	1.341	0.867	0.348	0.163
Sal	0.462	0.443	0.402	0.361	0.406	0.362	0.314	0.299
DL-Metionina	0.236	0.265	0.284	0.302	0.211	0.227	0.236	0.276
L-Lisina	0.152	0.115	0.070	0.024	0.107	0.052	0.000	0.000
Proapack pollos	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120
Trigo Subproducto	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<b>TOTAL</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>

**Valor Nutricional Calculado (%)**

E.M. (Kcal/Kg)	3200	3200	3200	3200	3300	3300	3300	3300
Proteína Total %	18.52	20.48	22.34	24.19	18.90	20.88	23.05	24.87
Lisina %	1.09	1.21	1.33	1.45	1.12	1.25	1.39	1.53
Metionina %	0.52	0.59	0.66	0.74	0.55	0.63	0.70	0.77
Metionina + Cistina %	0.82	0.91	1.00	1.09	0.84	0.94	1.03	1.12
Treonina %	0.73	0.81	0.89	0.97	0.75	0.84	0.93	1.01
Triptófano %	0.24	0.26	0.28	0.30	0.22	0.24	0.27	0.29
Arginina %	1.21	1.35	1.46	1.57	1.18	1.30	1.43	1.56
Isoleucina %	0.78	0.87	0.94	1.02	0.78	0.85	0.94	1.02
Leucina %	1.60	1.73	1.85	1.96	1.62	1.74	1.88	2.00
Valina %	0.87	0.97	1.05	1.14	0.89	0.98	1.09	1.17
Fen + Tir %	1.55	1.70	1.82	1.94	1.52	1.65	1.79	1.93
Histidina %	0.49	0.54	0.57	0.61	0.48	0.52	0.56	0.61
Glicina + Serina %	1.67	1.90	2.15	2.40	1.87	2.14	2.43	2.63
Fenilalanina %	0.92	1.00	1.07	1.13	0.88	0.95	1.03	1.11
Fósforo disponible %	0.45	0.45	0.45	0.45	0.46	0.46	0.46	0.46
Calcio %	1.00	1.00	1.00	1.00	1.03	1.03	1.03	1.03
Sodio %	0.20	0.20	0.20	0.20	0.21	0.21	0.21	0.21
Potasio %	0.78	0.83	0.84	0.85	0.66	0.67	0.68	0.73
Cloro %	0.35	0.34	0.33	0.32	0.35	0.34	0.33	0.32
<b>Costo (\$/kg)</b>	<b>1.356</b>	<b>1.447</b>	<b>1.567</b>	<b>1.687</b>	<b>1.536</b>	<b>1.664</b>	<b>1.803</b>	<b>1.885</b>

**Tabla 8: Fórmulas y Valor Nutricional calculado de las dietas experimentales en base a Maíz - Soya - para la etapa de Crecimiento (22 - 42 días).**

Densidad Energética	TRATAMIENTOS							
	3000 Kcal EM/kg				3100 Kcal EM/kg			
	90	100	110	120	90	100	110	120
NPPI (%)	T - 1	T - 2	T - 3	T - 4	T - 5	T - 6	T - 7	T - 8
	%							
Maíz (7,88%)	71.714	71.385	66.594	60.655	70.687	67.255	61.130	54.972
Soya Harina (47%)	22.171	24.823	26.270	26.530	16.836	17.043	17.298	17.594
Soya Integral Extrusada	0.000	0.000	4.267	9.990	9.517	12.688	18.616	24.500
Pescado Harina (65.7%)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Aceite de Soya	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Carbonato de Calcio	1.127	1.111	1.103	1.101	1.138	1.137	1.135	1.133
Fosfato Bicálcico	1.235	1.238	1.206	1.162	1.323	1.298	1.253	1.207
Sal	0.305	0.305	0.306	0.308	0.320	0.320	0.322	0.323
DL-Metionina	0.059	0.104	0.129	0.154	0.072	0.117	0.143	0.168
L-Lisina	0.365	0.061	0.025	0.000	0.007	0.042	0.003	0.003
Proapack pollos	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
Trigo Subproducto	2.924	0.873	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<b>TOTAL</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>

**Valor Nutricional Calculado (%)**

E.M. (Kcal/Kg)	3000	3000	3000	3000	3100	3100	3100	3100
Proteína Total %	17.00	17.56	19.25	20.98	17.00	18.05	19.81	21.63
Lisina %	1.11	0.94	1.03	1.13	0.87	0.97	1.07	1.19
Metionina %	0.32	0.38	0.42	0.47	0.34	0.40	0.44	0.49
Metionina + Cistina %	0.61	0.68	0.74	0.81	0.63	0.70	0.77	0.84
Treonina %	0.66	0.69	0.76	0.83	0.68	0.72	0.79	0.86
Triptófano %	0.20	0.21	0.24	0.27	0.21	0.22	0.26	0.29
Arginina %	1.06	1.13	1.27	1.41	1.10	1.18	1.32	1.47
Isoleucina %	0.70	0.74	0.83	0.91	0.72	0.77	0.86	0.95
Leucina %	1.51	1.58	1.70	1.81	1.54	1.60	1.72	1.84
Valina %	0.79	0.84	0.92	1.00	0.81	0.86	0.95	1.03
Fen + Tir %	1.40	1.48	1.64	1.79	1.44	1.53	1.69	1.84
Histidina %	0.45	0.48	0.52	0.57	0.46	0.49	0.53	0.58
Glicina + Serina %	1.55	1.64	1.80	1.96	1.57	1.67	1.83	2.00
Fenilalanina %	0.82	0.87	0.97	1.06	0.85	0.90	1.00	1.09
Fósforo disponible %	0.33	0.33	0.33	0.33	0.34	0.34	0.34	0.34
Calcio %	0.84	0.84	0.84	0.84	0.87	0.87	0.87	0.87
Sodio %	0.14	0.14	0.14	0.14	0.15	0.15	0.15	0.15
Potasio %	0.71	0.74	0.82	0.90	0.72	0.76	0.85	0.93
Cloro %	0.31	0.25	0.24	0.24	0.25	0.25	0.24	0.24
<b>Costo (\$/kg)</b>	<b>1.170</b>	<b>1.185</b>	<b>1.235</b>	<b>1.287</b>	<b>1.218</b>	<b>1.253</b>	<b>1.307</b>	<b>1.363</b>

**Tabla 9: Fórmulas y Valor Nutricional calculado de las dietas experimentales en base a Maíz - Soya - para la etapa de Crecimiento (22 - 42 días).**

Densidad Energética	TRATAMIENTOS							
	3200 Kcal EM/kg				3300 Kcal EM/kg			
	90	100	110	120	90	100	110	120
NPPI (%)	T - 9	T - 10	T - 11	T - 12	T - 13	T - 14	T - 15	T - 16
	%							
Maíz (7,88%)	67.298	62.101	56.738	54.520	66.453	64.227	57.481	55.192
Soya Harina (47%)	7.818	9.495	13.671	13.456	2.705	2.436	8.405	8.184
Soya Integral Extrusada	21.762	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000
Pescado Harina (65.7%)	0.000	0.000	0.490	3.550	2.120	5.301	4.836	7.992
Aceite de Soya	0.000	0.302	1.127	1.031	0.835	0.733	1.925	1.827
Carbonato de Calcio	1.171	1.169	1.149	1.048	1.133	1.028	1.038	0.934
Fosfato Bicálcico	1.386	1.347	1.243	0.844	1.200	0.785	0.790	0.378
Sal	0.335	0.335	0.330	0.293	0.322	0.283	0.289	0.251
DL-Metionina	0.096	0.130	0.152	0.158	0.101	0.107	0.136	0.142
L-Lisina	0.034	0.021	0.000	0.000	0.031	0.000	0.000	0.000
Proapack pollos	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
Trigo Subproducto	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<b>TOTAL</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>

**Valor Nutricional Calculado (%)**

E.M. (Kcal/Kg)	3200	3200	3200	3200	3300	3300	3300	3300
Proteína Total %	17.00	18.56	20.41	22.15	17.10	18.86	20.84	22.63
Lisina %	0.90	1.00	1.12	1.26	0.93	1.05	1.19	1.33
Metionina %	0.36	0.42	0.46	0.52	0.39	0.45	0.50	0.56
Metionina + Cistina %	0.65	0.72	0.79	0.86	0.67	0.74	0.82	0.89
Treonina %	0.68	0.74	0.81	0.89	0.69	0.76	0.84	0.92
Triptófano %	0.21	0.24	0.27	0.29	0.21	0.23	0.26	0.28
Arginina %	1.10	1.23	1.37	1.47	1.09	1.19	1.36	1.46
Isoleucina %	0.72	0.80	0.89	0.95	0.71	0.78	0.88	0.95
Leucina %	1.52	1.63	1.75	1.85	1.51	1.62	1.76	1.86
Valina %	0.81	0.88	0.97	1.05	0.81	0.89	0.99	1.07
Fen + Tir %	1.43	1.57	1.73	1.84	1.41	1.52	1.70	1.82
Histidina %	0.46	0.50	0.55	0.58	0.45	0.49	0.54	0.57
Glicina + Serina %	1.55	1.70	1.89	2.12	1.59	1.83	2.02	2.25
Fenilalanina %	0.85	0.93	1.02	1.08	0.83	0.89	1.00	1.06
Fósforo disponible %	0.35	0.35	0.35	0.35	0.36	0.36	0.36	0.36
Calcio %	0.90	0.90	0.90	0.90	0.93	0.93	0.93	0.93
Sodio %	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Potasio %	0.72	0.79	0.87	0.87	0.67	0.68	0.78	0.79
Cloro %	0.26	0.25	0.25	0.25	0.26	0.25	0.25	0.25
<b>Costo (\$/kg)</b>	<b>1.275</b>	<b>1.325</b>	<b>1.393</b>	<b>1.502</b>	<b>1.376</b>	<b>1.488</b>	<b>1.543</b>	<b>1.656</b>

**Tabla 10: Análisis Químicos Proximales de las dietas experimentales y energía Metabolizable estimada para la etapa de Inicio (1 - 21 días).**

<b>Densidad Energética</b>	<b>NPPI (%)</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>M.S. (%)</b>	<b>Ceniza (%)</b>	<b>Prot (%)</b>	<b>E.E. (%)</b>	<b>F.C. (%)</b>	<b>E.L.N. (%)</b>	<b>Energía Metabolizable* (Kcal EM/Kg)</b>
3000	90	T-1	11.94	88.06	4.71	15.94	3.38	2.50	60.01	3118.77
	100	T-2				17.46				
	110	T-3				20.76				
	120	T-4				21.72				
3100	90	T-5	11.73	88.27	4.21	16.52	5.41	3.47	56.40	3122.84
	100	T-6				18.77				
	110	T-7				21.27				
	120	T-8				22.58				
3200	90	T-9	11.33	88.67	5.39	17.39	7.41	3.51	52.63	3168.88
	100	T-10				19.73				
	110	T-11				22.76				
	120	T-12				24.17				
3300	90	T-13	11.98	88.02	4.90	19.01	7.29	2.08	54.27	3314.39
	100	T-14				19.48				
	110	T-15				23.12				
	120	T-16				25.55				

\* Valores estimados usando la ecuación de Moir et al. (1980).

**Tabla 11: Análisis Químicos Proximales de las dietas experimentales y energía Metabolizable estimada para la etapa de Crecimiento (22 - 42 días).**

<b>Densidad Energética</b>	<b>NPPI (%)</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>M.S. (%)</b>	<b>Ceniza (%)</b>	<b>Prot (%)</b>	<b>E.E. (%)</b>	<b>F.C. (%)</b>	<b>E.L.N. (%)</b>	<b>Energía Metabolizable* (Kcal EM/Kg)</b>
3000	90	T-1	11.70	88.30	3.81	15.39	2.83	2.60	62.69	3132.49
	100	T-2				16.36				
	110	T-3				18.86				
	120	T-4				22.02				
3100	90	T-5	11.29	88.71	4.32	16.96	4.59	2.97	60.59	3161.16
	100	T-6				16.23				
	110	T-7				19.71				
	120	T-8				21.13				
3200	90	T-9	11.44	88.56	4.25	16.80	6.46	3.59	57.05	3165.38
	100	T-10				17.20				
	110	T-11				22.04				
	120	T-12				21.32				
3300	90	T-13	11.20	88.80	3.93	16.72	7.32	3.46	56.70	3237.59
	100	T-14				17.38				
	110	T-15				20.17				
	120	T-16				22.01				

\* Valores estimados usando la ecuación de Moir et al. (1980).

### **3.2.3. Evaluaciones**

#### **3.2.3.1. Peso Vivo**

Se tomó Pesos grupales al inicio del experimento para homogenizar lotes. El Peso Vivo final en la etapa de Inicio se determinó a los 21 días y al final de la etapa de Crecimiento (42 días). El Peso del pollo en cada etapa fue tomado individualmente.

#### **3.2.4. Ganancia de Peso**

La Ganancia de Peso para la etapa de inicio y crecimiento se determinó de la diferencia existente entre el Peso Vivo final y Peso Vivo inicial en cada etapa de crianza.

#### **3.2.5. Consumo de Alimento**

El Consumo de Alimento fue ad-libitum y registrado diariamente para cada unidad experimental y corresponde a la diferencia de la cantidad de alimento ofrecido y la cantidad de alimento residual.

#### **3.2.6. Conversión Alimenticia**

La Conversión Alimenticia se obtuvo como resultado de la división del Consumo de Alimento (g) entre la Ganancia de Peso (g) acumulado para cada etapa.

$$\text{Conversión Alimenticia} = \frac{\text{Consumo de Alimento (g)}}{\text{Ganancia de Peso (g)}}$$

#### **3.2.7. Ingreso sobre el costo de alimentación (ISCA)**

El Ingreso sobre el Costo de Alimentación para cada tratamiento se calculó como diferencia del Ingreso por aves menos el Costo de Alimentación. El planteamiento es descrito como:

$$\pi = P_y * Y - P_x * X$$

Dónde:

$\pi$  = Ingreso sobre el Costo de Alimentación (S/.)

$Y$  = Peso Vivo Promedio del Tratamiento (Kg)

$P_y$  = Precio por Kilogramo de Peso Vivo (S/kg)

$P_x$  = Costo de la dieta experimental (S/kg)

$X$  = Consumo Promedio de Alimento del Tratamiento (kg)

### 3.3. Diseño estadístico

Para evaluar los resultados obtenidos se utilizó el diseño de bloques completamente al Azar (DBCA) con arreglo factorial 4x4 con 3 repeticiones. El modelo aditivo Lineal fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \gamma_j + (\alpha\gamma)_{ij} + \beta_k + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

$Y_{ijk}$  = Valor del carácter estudiado en el j-ésimo nivel de Perfil de Proteína Ideal con el i-ésimo nivel de Densidad Energética en la k-ésima repetición.

$\mu$  = Medía general.

$\alpha_i$  = Efecto del i-ésimo nivel de Densidad Energética.

$\gamma_j$  = Efecto del j-ésimo nivel de Perfil de Proteína Ideal.

$(\alpha\gamma)_{ij}$  = Efecto de la interacción del j-ésimo nivel de Perfil de Proteína Ideal con el i-ésimo nivel de Densidad Energética.

$\beta_k$  = Efecto del k-ésimo bloque.

$\varepsilon_{ijk}$  = Efecto del error experimental

### 3.4. Análisis Estadístico

Se empleó un diseño en bloques al azar con un arreglo factorial de 4 x 4 (4 Niveles de Densidad Energética x 4 Niveles de Perfil de Proteína Ideal x 3 Bloques). Los datos obtenidos de las variables evaluadas fueron analizadas estadísticamente mediante el análisis de Varianza y prueba de comparación de medias de Duncan del paquete estadístico SAS versión 9.1 (SAS Institute Inc. 2004).

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los resultados de Pesos Vivos Iniciales y por etapa así como los Consumos de Alimento registrados en cada etapa se encuentran en los Anexos V, VI, VII, VIII y IX. El Ingreso sobre el Costo de Alimentación calculado para cada tratamiento se encuentra en los Anexos X y XI. No se encontró interacción significativa entre los niveles de Densidad Energética y los Niveles de Perfil de Proteína Ideal (NPPI) para los parámetros evaluados, por lo que las comparaciones se realizaron para los efectos principales de cada factor.

### **4.1. Peso Vivo**

El Análisis de Varianza de Peso Vivo Inicial, 21 y 42 días se muestra en el Anexo XII. Los resultados de la prueba de Duncan para Peso Vivo a 21 y 42 días se resumen en la Tabla 12.

En la etapa de Inicio el Análisis de Varianza para Peso Vivo revela que la respuesta tanto para Densidad Energética como para los Niveles de Perfil de Proteína Ideal (NPPI) fue altamente significativo ( $P < 0.001$ ). De acuerdo a la prueba de Duncan, la Densidad Energética de 3200 Kcal EM/Kg resultó en pollos de 866.7 gramos de Peso Vivo, valor superior ( $P < 0.05$ ) respecto a las Densidades Energéticas de 3100 y 3000 Kcal EM/Kg, no encontrándose diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) con la Densidad Energética de 3300 Kcal EM/Kg. En cambio fue la dieta de 110% de NPPI que produjo un pollo con un Peso Vivo de 871.2 gramos, el cual es mayor ( $P < 0.05$ ) que los niveles de 90% y 100% de NPPI, no encontrándose diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) con el nivel de 120% de NPPI. En consecuencia, los mejores pesos vivos a 21 días se lograron con las dietas de Densidad Energética de 3200 Kcal EM/Kg y 110% de NPPI.

**Tabla 12: Efecto de los Niveles de Densidad Energética y de NNPI sobre el Peso Vivo.**

		<b>Peso Vivo (g)</b>	
		<b>21 días</b>	<b>42 días</b>
<b>Efecto de Densidad Energética (Kcal/kg)</b>	3000	767.9 <sup>c</sup>	2647.8 <sup>b</sup>
	3100	830.7 <sup>b</sup>	2795.5 <sup>a</sup>
	3200	866.7 <sup>a</sup>	2877.5 <sup>a</sup>
	3300	858.3 <sup>ba</sup>	2778.3 <sup>a</sup>
<b>Efecto del NNPI (%)</b>	90	749.1 <sup>c</sup>	2568.9 <sup>c</sup>
	100	805.2 <sup>b</sup>	2719.4 <sup>b</sup>
	110	871.2 <sup>a</sup>	2857.0 <sup>a</sup>
	120	898.1 <sup>a</sup>	2953.7 <sup>a</sup>
		<b>Probabilidad</b>	
<b>DE</b>		<0.0001	0.0011
<b>NNPI</b>		<0.0001	<0.0001
<b>DE*NNPI</b>		0.9763	0.7924

*DE: Densidad Energética, NNPI: Nivel del Perfil de Proteína Ideal*

*DE\*NNPI: Interacción entre Densidad Energética y Nivel del Perfil de Proteína Ideal*

*Promedios dentro de cada columna para DE y NNPI sin exponente común difieren significativamente a la Prueba de Duncan (P<0.05)*

Al final de la Etapa de Crianza (42 días), el Análisis de Varianza para el Peso Vivo en respuesta a la Densidad Energética fue significativa ( $P < 0.01$ ) y al NPPI altamente significativa ( $P < 0.001$ ) a 42 días. La interacción entre Densidad Energética y NPPI resultó no Significativa ( $P > 0.05$ ). De acuerdo a la prueba de Duncan para Peso Vivo se observó que pollos con Densidad Energética de 3200 Kcal EM/Kg promediaron 2877.5 gramos no encontrándose diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) con las Densidades Energéticas de 3100 y 3300 Kcal EM/Kg. La respuesta más baja se obtuvo con la Densidad Energética de 3000 Kcal EM/Kg con un valor de 2647.8 gramos. La dieta con NPPI de 110% logró un Peso Vivo promedio a 42 días de 2857 gramos, no encontrándose diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) con el nivel de 120% (2953.7) y la respuesta más baja corresponde a la dieta con 90% de NPPI (2568.9).

Por lo tanto, la máxima respuesta para Peso Vivo corresponde a dietas con Densidad Energética de 3200 Kcal EM/Kg y NPPI de 110%. El nivel óptimo de Densidad Energética coincide con lo recomendado por el NRC (1994), sin embargo, el estudio sugiere incrementar el NPPI a 110%, lo cual concuerda con Lemme (2008) quien encontró mejores respuestas hasta un nivel de 120%.

En el presente estudio se puede observar que conforme se incrementa el nivel de Densidad Energética se obtienen mejores respuestas en Peso Vivo hasta un nivel de 3200 Kcal EM/kg. Adicionalmente, la respuesta en Peso Vivo se ve reducida con el nivel de 3300 Kcal EM/kg. Respuestas similares son observadas en Skinner et al (1992), Saleh et al (2004) y Guevara (2004). Por otro lado, al incrementar el NPPI se observó mejores respuestas en Peso Vivo. Una tendencia similar es encontrada en Lemme et al (2006), Lemme (2008) y Aftab (2009, 2012).

#### **4.2. Consumo de Alimento**

El Análisis de Varianza de Consumo de Alimento se muestra en el Anexo XIII. Los resultados de la prueba de Duncan para Consumo de Alimento de 0 a 21, de 22 a 42 y de 0 a 42 días se resumen en la Tabla 13.

En la etapa de Inicio (0 – 21 días), el Análisis de Varianza para Consumo de Alimento

**Tabla 13: Efecto de los Niveles de Densidad Energética y de Nivel de Perfil de Proteína Ideal sobre el Consumo de Alimento.**

		Consumo de Alimento (g)		
		0 - 21 días	22 - 42 días	0 - 42 días
<b>Efecto de Densidad Energética (Kcal/kg)</b>	3000	1098.0 <sup>a</sup>	3477.7 <sup>a</sup>	4575.8 <sup>a</sup>
	3100	1114.3 <sup>a</sup>	3606.4 <sup>a</sup>	4717.8 <sup>a</sup>
	3200	1106.3 <sup>a</sup>	3554.9 <sup>a</sup>	4661.2 <sup>a</sup>
	3300	1069.5 <sup>a</sup>	3303.8 <sup>b</sup>	4373.3 <sup>b</sup>
<b>Efecto del NNPI (%)</b>	90	1087.0 <sup>a</sup>	3427.2 <sup>a</sup>	4514.2 <sup>a</sup>
	100	1087.1 <sup>a</sup>	3506.5 <sup>a</sup>	4593.5 <sup>a</sup>
	110	1131.0 <sup>a</sup>	3467.9 <sup>a</sup>	4598.9 <sup>a</sup>
	120	1080.1 <sup>a</sup>	3541.3 <sup>a</sup>	4621.4 <sup>a</sup>
		Probabilidad		
<b>DE</b>		0.3257	0.0049	0.0027
<b>NNPI</b>		0.1537	0.5439	0.6397
<b>DE*NNPI</b>		0.3942	0.9089	0.9144

*DE: Densidad Energética, NNPI: Nivel del Perfil de Proteína Ideal*

*DE\*NNPI: Interacción entre Densidad Energética y Nivel del Perfil de Proteína Ideal*

*Promedios dentro de cada columna para DE y NNPI sin exponente común difieren significativamente a la Prueba de Duncan (P<0.05)*

revela que la respuesta tanto para Densidad Energética como para los Niveles de Perfil de Proteína Ideal (NPPI) no fue significativa ( $P>0.05$ ). La Densidad Energética de 3200 Kcal EM/Kg resultó en un consumo de 1106.3 gramos/ave el cual no tuvo diferencias estadísticas significativas con los niveles de Densidad Energética de 3200, 3000 y 3300 Kcal EM/Kg. La dieta de 110% de NPPI resultó en un Consumo de Alimento de 1131 gramos/ave numéricamente similar a los NPPI de 100, 90 y 120%. Por tanto, en la etapa de Inicio tanto los niveles de Densidad Energética como el NPPI no produjeron cambios en el Consumo de Alimento.

En la etapa de Crecimiento (22 – 42 días), el Análisis de Varianza para Consumo de Alimento demostró que solo los niveles de Densidad Energética ( $P<0.01$ ) y no el NPPI ( $P>0.05$ ) tuvieron efecto significativo. La prueba de Duncan para Consumo de Alimento determinó que la ración con Densidad Energética de 3200 Kcal EM/Kg obtuvo el Consumo de Alimento de alimento de 3554.9 gramos/ave no existiendo diferencias estadísticas ( $P>0.05$ ) con los niveles de Densidad Energética de 3000 y 3100 Kcal EM/Kg, sin embargo el consumo más bajo es alcanzado con la Densidad Energética de 3300 Kcal EM/Kg ( $P<0.05$ ) con un consumo de 3303.8 gramos/ave. La dieta de 110% de NPPI logró obtener el Consumo de Alimento de 3506.5 gramos/ave no encontrándose diferencias significativas con los tratamientos de NPPI de 90, 100 y 120% ( $P>0.05$ ).

En toda la etapa de crianza (0 – 42 días), el Análisis de Varianza para Consumo de Alimento demostró que solo los niveles de Densidad Energética tuvieron efecto significativo ( $P<0.05$ ). La prueba de Duncan para Consumo de Alimento determinó que la ración con Densidad Energética de 3200 Kcal EM/Kg con un consumo de 4661.2 gramos/ave obtuvo consumos similares ( $P>0.05$ ) a las dietas con Densidad Energética de 3000 y 3100 Kcal EM/Kg. No obstante, las dietas con Densidad Energética de 3300 Kcal EM/kg alcanzaron el Consumo de Alimento más bajo ( $P<0.05$ ). El NPPI de 110% corresponde al Consumo de Alimento de 4598.9 gramos/ave, no encontrándose diferencias estadísticas significativas con los NPPI de 90, 100 y 120%. Por lo tanto, las dietas con Densidad Energética de 3300 Kcal EM/Kg reducen el Consumo de Alimento. Esta información concuerda con Saleh et al (2004) quien encontró que dietas con niveles de Densidad Energética mayores a 3300 Kcal deprimen el consumo.

### 4.3. Ganancia de Peso

El Análisis de Varianza de Ganancia de Peso se muestra en el Anexo XIV. Los resultados de la prueba de Duncan para Ganancia de Peso de 0 a 21, de 22 a 42 y de 0 a 42 días se resumen en la Tabla 14.

En la etapa de Inicio (0 – 21 días), el Análisis de Varianza para Ganancia de Peso indica que la respuesta a la Densidad Energética y al NPPI fue altamente significativa ( $P < 0.001$ ). Según la prueba de Duncan, se encontró que la dieta con Densidad Energética de 3200 Kcal EM/Kg permitió una Ganancia de Peso por pollo de 818.2 gramos superior ( $P < 0.05$ ) a las obtenidas con dietas de Densidad Energética de 3100 y 3000 Kcal EM/Kg ( $P < 0.05$ ), pero no hubo diferencia estadística ( $P > 0.05$ ) con la dieta de Densidad Energética de 3300 Kcal EM/Kg. En el caso del efecto de los NPPI, se encontró que la dieta con 110% de NPPI alcanzó una Ganancia de Peso de 822.5 gramos/ave, la cual fue superior ( $P < 0.05$ ) a los NPPI de 100 y 90%, no encontrándose diferencia ( $P > 0.05$ ) estadística con el nivel de 120% (849.5 gramos/ave). En conclusión, las dietas con Densidad Energética de 3200 Kcal EM/Kg y NPPI de 110% permitió obtener las mejores Ganancias de Peso.

En la etapa de Crecimiento (22 – 42 días), el Análisis de Varianza para Ganancia de Peso mostró que los niveles de Densidad Energética no tuvieron un efecto significativo, en cambio, los NPPI tuvieron una respuesta altamente significativa ( $P < 0.001$ ). Según la prueba de Duncan, la Densidad Energética de 3200 Kcal EM/Kg logró una ganancia de 2010.8 gramos/ave estadísticamente mayor ( $P < 0.05$ ) que las obtenidas con 3000 Kcal EM/Kg (1879.9 gramos/ave), pero similar ( $P > 0.05$ ) a lo logrado con dietas de 3100 (1964.8 gramos/ave) y 3300 Kcal EM/Kg (1920 gramos/ave), no encontrándose diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre estos últimos. Según la prueba de Duncan. Para dietas con NPPI de 110% se alcanzó Ganancias de Peso de 1985.8 gramos/ave siendo superior a dietas con 90% de NPPI, no existiendo diferencias con los NPPI de 100 y 120%. Por lo tanto, en esta etapa la Ganancia de Peso más eficiente se encontró con los niveles de Densidad Energética de 3200 Kcal EM/Kg y 110% de NPPI.

**Tabla 14: Efecto de los Niveles de Densidad Energética y Niveles de Perfil de Proteína Ideal sobre la Ganancia de Peso.**

		<b>Ganancia de Peso Vivo (g)</b>		
		<b>0 - 21 días</b>	<b>22 - 42 días</b>	<b>0 - 42 días</b>
<b>Efecto de Densidad Energética (Kcal/kg)</b>	3000	719.2 <sup>c</sup>	1879.9 <sup>b</sup>	2599.1 <sup>b</sup>
	3100	782.0 <sup>b</sup>	1964.8 <sup>ab</sup>	2746.9 <sup>a</sup>
	3200	818.2 <sup>a</sup>	2010.8 <sup>a</sup>	2828.9 <sup>a</sup>
	3300	809.8 <sup>ab</sup>	1920.0 <sup>ab</sup>	2729.7 <sup>a</sup>
<b>Efecto del NNPI (%)</b>	90	700.6 <sup>c</sup>	1819.8 <sup>c</sup>	2520.4 <sup>c</sup>
	100	756.5 <sup>b</sup>	1914.3 <sup>bc</sup>	2670.8 <sup>b</sup>
	110	822.5 <sup>a</sup>	1985.8 <sup>ab</sup>	2808.3 <sup>a</sup>
	120	849.5 <sup>a</sup>	2055.6 <sup>a</sup>	2905.1 <sup>a</sup>
		<b>Probabilidad</b>		
<b>DE</b>		<0.0001	0.0949	0.0011
<b>NNPI</b>		<0.0001	0.0007	<0.0001
<b>DE*NNPI</b>		0.9763	0.8236	0.7917

*DE: Densidad Energética, NNPI: Nivel del Perfil de Proteína Ideal*

*DE\*NNPI: Interacción entre Densidad Energética y Nivel del Perfil de Proteína Ideal*

*Promedios dentro de cada columna para DE y NNPI sin exponente común difieren significativamente a la Prueba de Duncan (P<0.05)*

En toda la etapa de crianza (0 - 42 días), el Análisis de Varianza para Ganancia de Peso por pollo reveló que los niveles de Densidad Energética tienen un efecto significativo ( $P < 0.01$ ) y los NPPI alcanzaron respuestas altamente significativas ( $P < 0.001$ ). La prueba de Duncan mostró que la dieta con Densidad Energética de 3200 Kcal EM/Kg (2828.9 gramos/ave) fue superior ( $P < 0.05$ ) a las dietas con Densidad Energética de 3000 Kcal EM/kg pero similar ( $P > 0.05$ ) a las dietas de 3100 Kcal EM/Kg (2746.9 gramos/ave) y 3300 Kcal EM/Kg (2729.7 gramos/ave) no encontrándose diferencias significativas entre estos niveles de Densidad Energética ( $P > 0.05$ ). En cambio, la Ganancia de Peso con NPPI de 110% fue superior ( $P < 0.05$ ) respecto al NPPI de 90 y 100% siendo similar al NPPI de 120%. Por lo tanto, la Ganancia de Peso más eficiente por pollo corresponde al alimento con Densidad Energética de 3200 Kcal EM/Kg y 110% de NPPI. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en la etapa de Inicio (0 – 21 días) y crecimiento (22 – 42 días).

La Ganancia de Peso por pollo lograda en Inicio y en Crecimiento con la Densidad Energética de 3200 Kcal EM/Kg reafirma el nivel recomendado por NRC (1994). Respecto al NPPI, los resultados concuerdan con los de Lemme (2008), quien encontró que valores superiores al 100% mejora la Ganancia de Peso.

En el presente estudio, la Ganancia de Peso aumentó conforme aumentaba los niveles de Densidad Energética hasta el nivel de 3200 Kcal EM/kg y disminuyó con el nivel de Densidad Energética de 3300 Kcal EM/kg. Una tendencia similar es encontrada en Saleh et al (2004). En el caso del NPPI, la Ganancia de Peso aumenta conforme aumentan sus niveles. Esta información coincide con lo encontrado en Lemme et al (2006) y Clark (2015).

#### **4.4. Conversión Alimenticia**

El Análisis de Varianza de Conversión Alimenticia se muestra en el Anexo XV. Los resultados de la prueba de Duncan respectivos se resumen en la Tabla 15.

En la etapa de Inicio (0 – 21 días), el Análisis de Varianza de Conversión Alimenticia por pollo revela que el efecto de niveles tanto de Densidad Energética como de NPPI

**Tabla 15: Efecto de los Niveles de Densidad Energética y de Nivel de Perfil de Proteína Ideal sobre Conversión Alimenticia.**

		<b>Conversión Alimenticia (g/g)</b>		
		<b>0 - 21 días</b>	<b>22 - 42 días</b>	<b>0 - 42 días</b>
<b>Efecto de Densidad Energética (Kcal/kg)</b>	3000	1.54 <sup>a</sup>	1.86 <sup>a</sup>	1.77 <sup>a</sup>
	3100	1.43 <sup>b</sup>	1.84 <sup>a</sup>	1.72 <sup>a</sup>
	3200	1.36 <sup>c</sup>	1.77 <sup>b</sup>	1.65 <sup>b</sup>
	3300	1.33 <sup>c</sup>	1.73 <sup>b</sup>	1.61 <sup>b</sup>
<b>Efecto del NNPI (%)</b>	90	1.56 <sup>a</sup>	1.89 <sup>a</sup>	1.79 <sup>a</sup>
	100	1.44 <sup>b</sup>	1.83 <sup>a</sup>	1.72 <sup>b</sup>
	110	1.38 <sup>c</sup>	1.75 <sup>b</sup>	1.64 <sup>c</sup>
	120	1.28 <sup>d</sup>	1.72 <sup>b</sup>	1.59 <sup>c</sup>
		<b>Probabilidad</b>		
<b>DE</b>		<0.0001	0.0004	<0.0001
<b>NNPI</b>		<0.0001	<0.0001	<0.0001
<b>DE*NNPI</b>		0.4021	0.1945	0.4864

*DE: Densidad Energética, NNPI: Nivel del Perfil de Proteína Ideal*

*DE\*NNPI: Interacción entre Densidad Energética y Nivel del Perfil de Proteína Ideal*

*Promedios dentro de cada columna para DE y NNPI sin exponente común difieren significativamente a la Prueba de Duncan (P<0.05)*

fue altamente significativo ( $P < 0.001$ ). De acuerdo con la prueba de Duncan, el nivel de Densidad Energética de 3200 Kcal EM/Kg se tradujo en la Conversión Alimenticia de 1.36 la cual fue más eficiente ( $P < 0.05$ ) que con el nivel de Densidad Energética de 3000 y 3100 Kcal EM/kg. La Densidad Energética de 3300 Kcal EM/kg, con un valor de 1.33 fue similar ( $P > 0.05$ ) a la Densidad Energética de 3200 Kcal EM/kg. Respecto al NPPI, se encontró que conforme el NPPI aumenta se obtiene una Conversión Alimenticia más eficiente. La prueba de Duncan revela que la Conversión Alimenticia del NPPI de 110% corresponde a 1.38, la cual es superior ( $P < 0.05$ ) a los NPPI de 100 y 90%, sin embargo, la Conversión Alimenticia del NPPI de 120% es más eficiente respecto al NPPI de 110%. En conclusión, la Conversión Alimenticia más eficiente en Inicio se alcanza con las dietas de Densidad Energética de 3200 Kcal EM/Kg y 120% de NPPI.

En la etapa de Crecimiento (22 – 42 días), el Análisis de Varianza de Conversión Alimenticia por pollo revela que el efecto de niveles tanto de Densidad Energética como del NPPI tienen un efecto altamente significativo ( $P < 0.001$ ). El Análisis de Duncan estableció que el nivel de Densidad Energética de 3200 Kcal EM/Kg alcanzó una Conversión Alimenticia de 1.77 la cual es más eficiente ( $P < 0.05$ ) en relación a las Densidades Energéticas de 3000 y 3100 Kcal EM/Kg, siendo similar con la dieta de Densidad Energética de 3300 Kcal EM/kg. El NPPI de 110% resultó en un valor de Conversión Alimenticia de 1.75 la cual fue más eficiente ( $P < 0.05$ ) que el NPPI de 90% y 100% con valores de 1.89 y 1.83, respectivamente. El NPPI de 110% no tuvo diferencia estadística significativa con el nivel de 120%. Por lo tanto, la Conversión Alimenticia más eficiente en Crecimiento corresponde a el nivel de Densidad Energética de 3200 Kcal EM/Kg y 110% de NPPI.

En toda la etapa de crianza (0 – 42 días), el Análisis de Varianza de Conversión Alimenticia por pollo demostró que los niveles de Densidad Energética y de NPPI tuvieron un comportamiento altamente significativo ( $P < 0.001$ ). De acuerdo a la prueba de Duncan, se estableció que el nivel de Densidad Energética de 3200 Kcal EM/Kg obtuvo una Conversión Alimenticia de 1.65, valor más eficiente ( $P < 0.05$ ) que los obtenido con las Densidades Energéticas de 3100 y 3000 Kcal EM/Kg cuyos valores son 1.72 y 1.77, respectivamente. Sin embargo, no hubo diferencias significativas con el nivel de Densidad Energética de 3300 Kcal EM/Kg ( $P > 0.05$ ), cuyo valor fue 1.61. En el caso de NPPI, el NPPI de 110% con un valor de Conversión Alimenticia de 1.64 fue

más eficiente ( $P < 0.05$ ) que los tratamientos con NPPI de 90 y 100% ( $P < 0.05$ ), cuyos valores son 1.79 y 1.72, respectivamente. Sin embargo no se encontró diferencias significativas con el NPPI de 120% ( $P > 0.05$ ) cuyo valor fue 1.59. En general, se puede destacar que la Conversión Alimenticia más eficiente en toda la etapa de crianza se logró con el nivel de Densidad Energética de 3200 Kcal EM/Kg y 110% de NPPI.

En el presente estudio se obtuvo que conforme aumenta la Densidad Energética mejora la Conversión Alimenticia. Esta información concuerda con Saleh (2004), Gooch et al (1972), Pesti et al (1983), Waldroup (1981) y Waldroup et al (1976). En NPPI, conforme se aumentan los niveles se mejora la Conversión Alimenticia. Estos datos coinciden con lo reportado por Aftab (2012), Lemme (2008), Sriperm (2011), Lemme et al (2006) y Clark (2015).

#### **4.5. Ingreso sobre el Costo de Alimentación (ISCA)**

El Análisis de Varianza de Ingreso Sobre Costo de Alimentación se muestra en el Anexo XVI. Los resultados de la prueba de Duncan respectivos se resumen en la Tabla 16.

En la etapa de crianza (0 – 42 días), el Análisis de Varianza del ISCA mostró que los niveles de Densidad Energética así como del NPPI alcanzaron respuestas altamente significativas bajo los escenarios de Costos de Alimentación y Precio de Venta del Ave en los cuales se realizó el estudio. La prueba de Duncan revela que el nivel de Densidad Energética de 3200 Kcal EM/Kg generó un ISCA de 7.68 nuevos soles no existiendo diferencias significativas con los niveles de Densidad Energética de 3100 y 3000 Kcal EM/Kg ( $P > 0.05$ ) cuyos valores son 7.66 y 7.44 nuevos soles. Por el contrario, el más bajo ISCA se obtuvo con el nivel de Densidad Energética de 3300 Kcal EM/Kg con un valor de 6.90 nuevos soles. Asimismo, la prueba de Duncan para NPPI de 110% generó un ISCA de 7.68 nuevos soles, valor superior ( $P < 0.05$ ) a los NPPI de 100% y 90%, con valores de ISCA de 7.32 y 6.94 nuevos soles, respectivamente. No se encontró diferencias significativas con el NPPI de 120% ( $P > 0.05$ ), cuyo ISCA fue de 7.74 nuevos soles. En conclusión, el más alto ISCA es alcanzado con dietas de Densidad Energética de 3200 Kcal EM/Kg y un NPPI de 110%.

**Tabla 16: Efecto de los Niveles de Densidad Energética y de Nivel de Perfil de Proteína Ideal sobre Ingreso sobre Costo de Alimentación.**

<b>Ingreso sobre el costo de Alimentación (S/.)</b>		
	3000	7.44 <sup>a</sup>
<b>Efecto de Densidad Energética (Kcal/kg)</b>	3100	7.66 <sup>a</sup>
	3200	7.68 <sup>a</sup>
	3300	6.90 <sup>b</sup>
	90	6.94 <sup>c</sup>
<b>Efecto del NNPI (%)</b>	100	7.32 <sup>b</sup>
	110	7.68 <sup>ba</sup>
	120	7.74 <sup>a</sup>
		<b>Probabilidad</b>
<b>DE</b>		0.0005
<b>NNPI</b>		0.0004
<b>DE*NNPI</b>		0.2342

*DE: Densidad Energética, NNPI: Nivel del Perfil de Proteína Ideal*

*DE\*NNPI: Interacción entre Densidad Energética y Nivel del Perfil de Proteína Ideal*

*Promedios dentro de cada columna para DE y NNPI sin exponente común difieren significativamente a la Prueba de Duncan (P<0.05)*

## V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se realizó la investigación y en base a los resultados obtenidos, se pueden establecer las siguientes conclusiones:

1. De los 4 niveles de Densidad Energética, el nivel de 3200 Kcal EM/kg permitió el más alto comportamiento productivo (Peso Vivo, Ganancia de Peso y Conversión Alimenticia).
2. De los 4 niveles de Perfil de Proteína Ideal fue el nivel de 110% y no el de 100% el que facilitó obtener la más alta tasa productiva en un periodo de 42 días.
3. El más alto Ingreso sobre Costo de Alimentación expresado en nuevos soles se logró con el alimento conteniendo una Densidad Energética de 3200 Kcal EM/kg y 110% de Nivel de Perfil de Proteína Ideal

## **VI. RECOMENDACIONES**

Bajo las condiciones en las que se realizó la investigación y en base a los resultados obtenidos, se pueden establecer las siguientes recomendaciones:

1. Estudiar el efecto de la Densidad Energética y Nivel de Perfil de Proteína Ideal incorporando Programa de Alimentación como variable adicional.
2. Evaluar el efecto de la Densidad Energética y Nivel de Perfil de Proteína Ideal comparando los requerimientos con las recomendaciones de la línea genética.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AFTAB, U. 2009. Response of Broilers to practical Diets with Different Metabolizable Energy and Balanced Protein Concentration. Brazilian Journal of Poultry Science 11(3): 169-173.

AFTAB, U. 2012. Dietary Amino Acid optima: An Economic appraisal. Journal of Applied Poultry Research 21:739-743.

CLARK, TJ. 2015. Response of two Strains of Broilers to Diets Varying in Essential Amino Acid Density and Energy Levels. Thesis for the Degree of Master of Science in Poultry Science. University of Arkansas.

CONGA, E. 1990. Efecto de diferentes niveles de energía en el comportamiento productivo, composición de carcasa y eficiencia de utilización de la energía en pollos de carne. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en Nutrición. UNALM. Lima-Perú.

DEATON, JW; MC NAUGHTON, JL; LOTT, BD. 1983. The effect of dietary energy level and broiler body weight on abdominal fat. Journal of Poultry Science 62:2394-2397.

EMMERT, JL; BAKER, DH. 1997. Use of the ideal protein concept for precision formulation of amino acids levels in broiler diets. Journal of Applied Poultry research 6:462-470.

GOOCH, PD; SUMMERS, JD; MORAN, ET. 1972. Effects of varying Nutrient Density on Broiler Performance using Computer-Formulated Rations. Canadian Journal of Animal Science 52:741-744.

GUEVARA, VR. 2004. Use of Nonlinear programming to optimize performance response to Energy density in broiler feed formulation. *Journal of Poultry Science* 83:147-151.

HILL, FW; DANSKY, LM. 1954. Studies on the energy requirements of chickens. 1. The effects of dietary energy level on growth and feed consumption. *Journal of Poultry Science* 33:112-119.

JACKSON, S; SUMMERS, JD; LEESON, S. 1982. Effect of dietary protein and energy on broiler carcass composition and efficiency of nutrient utilization. *Poultry Science* 61:2224-2231.

KOCH, F; WIJTEN, PJA; LEMME, A y LANGHOUT, DJ. 2002. Impact of a Balanced Amino Acid Profile on Broiler Performance. *Veterinarija ir Zootechnika*. T. 19(41):70-75.

LEESON, S; CASTON, L; SUMMERS, JD. 1996. Broiler response to energy and protein dilution in the finisher diet. *Poultry Science* 75:522-528.

LEMME, A. 2003. El concepto de Proteína Ideal en la nutrición de pollos. *AMINO News*. 4(1):7-14.

LEMME, A. 2007. ¿Cómo ajustar los aminoácidos dietéticos según el nivel de energía de las dietas de pollos de engorde? *AMINO News*. 8(2):13-24.

LEMME, A. 2008. Impact of increasing levels of balanced protein on biological and economic parameters of two different commercial broiler lines: Ross 308 and Ross 708. *Poultry No. 1568*. Evonik Industries.

LEMME, A; WIJTEN, PJA; VAN WICHEN, J; PETRI, A; LANGHOUT, DJ. 2006. Responses of male broilers growing to increasing levels of balanced protein offered as coarse mash or pellet of varying quality. *Journal of Poultry Science* 85:721-730.

MADSEN, T; CARROLL, S; KEMP, C y LEMME, A. 2010. Influence of energy and Balanced Protein Levels in Wheat-based diets on Ross 308 broiler performance. 21 st Annual Australian Poultry Science Symposium. Sidney. New South Wales. Pp. 95-98.

MOIR, KW; YULE, WJ; CONNOR, JK. 1980. Energy losses in the excreta of poultry: a model for predicting dietary metabolizable energy. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 20:151-155.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1994. Nutrient requirements of Poultry. Ninth Revised Edition. National Academy Press, Washington, DC.

PESTI, GM; WHITING, TS; JENSEN, LS. 1983. The effect of Crumbling on the Relationship between Dietary Density and Chick Growth, Feed Efficiency, and Abdominal Fat Pad Weights. Poultry Science 62:490-494.

RABIE, MH; SZILAGYI, M. 1998. Effects of L-carnitine supplementation of diets differing in energy levels on performance, abdominal fat content, and yield and composition of edible meat of broilers. British Journal of Nutrition 80:391-400.

RIBOTY, L. 2003. Validación de un modelo propuesto de proteína neta para determinar el patrón de proteína ideal versus tres patrones convencionales para pollos de carne. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en Nutrición. UNALM. Lima-Perú.

ROSS TECHNOTES, 2007. La producción de broilers desde el punto de vista económico. Disponible en <http://www.uclm.es/profesorado/produccionanimal/ProduccionAnimalIII/PBroilerEconomia.pdf>.

SALEH, EA; WATKINS, SE; WALDROUP, AL; WALDROUP, PW.2004. Effects of dietary nutrient density on performance and carcass quality of male broilers for further processing. Asian Network for Scientific information. 3(1):1-10.

SALVADOR, E. 2008. Evaluación de diferentes perfiles de proteína ideal y su efecto sobre el rendimiento productivo y económico en gallinas de postura Isa Brown. Tesis para optar el grado de magister Scientiae en Nutrición. UNALM. Lima-Perú.

SALVADOR, TS; GARCIA, IA. 2001. Formulación de raciones con aminoácidos digestibles en especies no rumiantes. Disponible en <http://comunidad.uach.mx/fsalvado/AMINOACIDOS%20DIGESTIBLES.doc>

SAS Institute Inc. 2004.SAS/STAT<sup>®</sup> 9.1 User's Guide. Cary, NC:SAS Institute Inc.

SELL, JL; OWINGS, WJ. 1981. Supplemental fat and metabolizable Energy-to-Nutrient Ratios for growing turkeys. *Poultry Science* 60:2293-2305.

SKINNER, JT; WALDROUP, AL; WALDROUP, PW. 1992. Effects of Dietary Nutrient Density on Performance and Carcass Quality of Broilers 42 to 49 days of age. *Journal of Applied Poultry Research* 1:367-372.

SKINNER, JT; CABEL, MC; WALDROUP, AL; WALDROUP, PW. 1993. Effect of abrupt multiple changes in dietary nutrient density on performance of broilers. *Journal of Applied Poultry Research* 2:33-39.

SLAGTER, PJ; WALDROUP, PW. 1983. Calculation and evaluation of energy: amino acid ratios for the egg-production type hen. *Poultry Science* 63:1810-1822.

SOTO, R. 2000. Efecto de diferentes niveles de energía metabolizable en relación a la Densidad de nutrientes en el comportamiento productivo de pollos de carne. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae. UNALM. Lima-Perú.

SRIPERM, N. 2011. Protein and Amino Acid content of feed ingredients and the impact of Dietary Balanced Protein on maximizing economic returns from broiler technical responses. Thesis for the Degree of Doctor of Philosophy. University of Georgia.

VAZQUEZ, M; PESTI, GM. 1997. Estimation of lysine requirement of broilers chicks for maximum body gain and feed efficiency. *Journal of Applied Poultry Research* 6:241-246.

WALDROUP, PW. 1981. Energy levels for broilers. *Journal of the American Oil Chemist' Society* 58:309-313.

WALDROUP, PW; MITCHELL, RJ; PAYNE, JR; JOHNSON, ZB. 1976. Characterization of the Response of Broiler Chickens to Diets Varying in Nutrient Density Content. Poultry Science 55:130-145.

WIJTEN, PJA; PRAK, R; LEMME, A; LANGHOUT, DJ. 2004. Effects of different dietary ideal protein concentrations on broiler performance. British Poultry Science 5(4):504-511.

## **VIII. ANEXOS**

## Anexo I: Requerimientos Nutricionales de Pollos de Carne.

NUTRIENTE	UNIDAD	0-3 Semanas	3-6 Semanas	6-9 Semanas
Energía Metabolizable	Kcal EM/Kg	3200	3200	3200
<u>Proteína y Aminoácidos</u>				
Proteína Cruda	%	23.00	20.00	18.00
Arginina	%	1.25	1.10	1.00
Glicina + Serina	%	1.25	1.14	0.97
Histidina	%	0.35	0.32	0.27
Isoleucina	%	0.80	0.73	0.62
Leucina	%	1.20	1.09	0.93
Lisina	%	1.10	1.00	0.85
Metionina	%	0.50	0.38	0.32
Metionina + Cistina	%	0.90	0.72	0.60
Fenilalanina	%	0.72	0.65	0.56
Fenilalanina + Tirosina	%	1.34	1.22	1.04
Prolina	%	0.60	0.55	0.46
Treonina	%	0.80	0.74	0.68
Triptófano	%	0.20	0.18	0.16
Valina	%	0.90	0.82	0.70
<u>Vitaminas solubles en Grasa</u>				
A	UI	1500.0	1500.0	1500.0
D <sub>3</sub>	UI	200.0	200.0	200.0
E	UI	10.0	10.0	10.0
K	mg	0.5	0.5	0.5
<u>Vitaminas solubles en Agua</u>				
B12	mg	0.01	0.01	0.01
Biotina	mg	0.15	0.15	0.15
Colina	mg	1300.00	100.00	750.00
Ácido Fólico	mg	0.60	0.60	0.50
Niacina	mg	35.00	0.30	25.00
Ácido Pantoténico	mg	10.00	10.00	10.00
Piridoxina	mg	3.50	3.50	3.00
Riboflavina	mg	3.60	3.60	3.00
Tiamina	mg	1.80	1.80	1.80
<u>Macrominerales</u>				
Calcio	%	1.00	0.90	0.80
Cloro	%	0.20	0.15	0.12
Magnesio	mg	600.00	600.00	600.00
Fósforo Disponible	%	0.45	0.35	0.30
Potasio	%	0.30	0.30	0.30
Sodio	%	0.20	0.15	0.12
<u>Minerales Traza</u>				
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

Fuente: Nutrient Requirements of Poultry, 1994 - National Research Council

**Anexo II: Perfiles de nutrientes utilizados en la formulación de dietas para la etapa de Inicio (%).**

Nutriente	TRATAMIENTOS																
	DE	3000				3100				3200				3300			
	NPPI	90	100	110	120	90	100	110	120	90	100	110	120	90	100	110	120
	Unidad	T - 1	T - 2	T - 3	T - 4	T - 5	T - 6	T - 7	T - 8	T - 9	T - 10	T - 11	T - 12	T - 13	T - 14	T - 15	T - 16
Energía Metabolizable	Mcal/kg	3000	3000	3000	3000	3100	3100	3100	3100	3200	3200	3200	3200	3300	3300	3300	3300
Lisina	%	1.02	1.13	1.25	1.36	1.05	1.17	1.29	1.41	1.09	1.21	1.33	1.45	1.12	1.25	1.37	1.50
Metionina	%	0.43	0.48	0.52	0.57	0.44	0.49	0.54	0.59	0.46	0.51	0.56	0.61	0.47	0.52	0.58	0.63
Metionina + Cistina	%	0.77	0.85	0.94	1.02	0.79	0.88	0.97	1.05	0.82	0.91	1.00	1.09	0.84	0.94	1.03	1.12
Treonina	%	0.68	0.76	0.84	0.91	0.71	0.79	0.86	0.94	0.73	0.81	0.89	0.97	0.75	0.84	0.92	1.00
Triptófano	%	0.17	0.19	0.21	0.23	0.18	0.20	0.22	0.24	0.19	0.21	0.23	0.25	0.19	0.21	0.23	0.25
Arginina	%	1.06	1.18	1.30	1.42	1.10	1.22	1.34	1.46	1.13	1.26	1.38	1.51	1.17	1.30	1.43	1.56
Isoleucina	%	0.68	0.76	0.84	0.91	0.71	0.79	0.86	0.94	0.73	0.81	0.89	0.97	0.75	0.84	0.92	1.00
Leucina	%	1.02	1.13	1.25	1.36	1.05	1.17	1.29	1.41	1.09	1.21	1.33	1.45	1.12	1.25	1.37	1.50
Valina	%	0.77	0.85	0.94	1.02	0.79	0.88	0.97	1.05	0.82	0.91	1.00	1.09	0.84	0.94	1.03	1.12
Fen + Tir	%	1.14	1.27	1.40	1.52	1.18	1.31	1.44	1.58	1.22	1.36	1.49	1.63	1.26	1.40	1.54	1.68
Histidina	%	0.30	0.33	0.36	0.39	0.31	0.34	0.37	0.41	0.32	0.35	0.39	0.42	0.33	0.36	0.40	0.43
Glicina + Serina	%	1.05	1.17	1.29	1.41	1.09	1.21	1.33	1.45	1.13	1.25	1.38	1.50	1.16	1.29	1.42	1.55
Fenilalanina	%	0.61	0.68	0.74	0.81	0.63	0.70	0.77	0.84	0.65	0.72	0.79	0.86	0.67	0.74	0.82	0.89
Fósforo disponible	%	0.42	0.42	0.42	0.42	0.44	0.44	0.44	0.44	0.45	0.45	0.45	0.45	0.46	0.46	0.46	0.46
Calcio	%	0.94	0.94	0.94	0.94	0.97	0.97	0.97	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	1.03	1.03	1.03	1.03
Sodio	%	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.20	0.20	0.20	0.20	0.21	0.21	0.21	0.21
Potasio	%	0.28	0.28	0.28	0.28	0.29	0.29	0.29	0.29	0.30	0.30	0.30	0.30	0.31	0.31	0.31	0.31
Cloro	%	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.20	0.20	0.20	0.20	0.21	0.21	0.21	0.21

DE: Densidad Energética Kcal EM/kg; NPPI: Nivel de Perfil de Proteína ideal (%)

**Anexo III: Perfiles de nutrientes utilizados en la formulación de dietas para la etapa de Crecimiento (%).**

Nutriente	TRATAMIENTOS																
	DE	3000				3100				3200				3300			
	NPPI	90	100	110	120	90	100	110	120	90	100	110	120	90	100	110	120
	Unidad	T - 1	T - 2	T - 3	T - 4	T - 5	T - 6	T - 7	T - 8	T - 9	T - 10	T - 11	T - 12	T - 13	T - 14	T - 15	T - 16
Energía Metabolizable	Mcal/kg	3000	3000	3000	3000	3100	3100	3100	3100	3200	3200	3200	3200	3300	3300	3300	3300
Lisina	%	0.84	0.94	1.03	1.13	0.87	0.97	1.07	1.16	0.90	1.00	1.10	1.20	0.93	1.03	1.13	1.24
Metionina	%	0.32	0.36	0.39	0.43	0.33	0.37	0.40	0.44	0.34	0.38	0.42	0.46	0.35	0.39	0.43	0.47
Metionina + Cistina	%	0.61	0.68	0.74	0.81	0.63	0.70	0.77	0.84	0.65	0.72	0.79	0.86	0.67	0.74	0.82	0.89
Treonina	%	0.62	0.69	0.76	0.83	0.65	0.72	0.79	0.86	0.67	0.74	0.81	0.89	0.69	0.76	0.84	0.92
Triptófano	%	0.15	0.17	0.19	0.20	0.16	0.17	0.19	0.21	0.16	0.18	0.20	0.22	0.17	0.19	0.20	0.22
Arginina	%	0.93	1.03	1.13	1.24	0.96	1.07	1.17	1.28	0.99	1.10	1.21	1.32	1.02	1.13	1.25	1.36
Isoleucina	%	0.62	0.68	0.75	0.82	0.64	0.71	0.78	0.85	0.66	0.73	0.80	0.88	0.68	0.75	0.83	0.90
Leucina	%	0.92	1.02	1.12	1.23	0.95	1.06	1.16	1.27	0.98	1.09	1.20	1.31	1.01	1.12	1.24	1.35
Valina	%	0.69	0.77	0.85	0.92	0.71	0.79	0.87	0.95	0.74	0.82	0.90	0.98	0.76	0.85	0.93	1.01
Fen + Tir	%	1.03	1.14	1.26	1.37	1.06	1.18	1.30	1.42	1.10	1.22	1.34	1.46	1.13	1.26	1.38	1.51
Histidina	%	0.27	0.30	0.33	0.36	0.28	0.31	0.34	0.37	0.29	0.32	0.35	0.38	0.30	0.33	0.36	0.40
Glicina + Serina	%	0.96	1.07	1.18	1.28	0.99	1.10	1.21	1.33	1.03	1.14	1.25	1.37	1.06	1.18	1.29	1.41
Fenilalanina	%	0.55	0.61	0.67	0.73	0.57	0.63	0.69	0.76	0.59	0.65	0.72	0.78	0.60	0.67	0.74	0.80
Fósforo disponible	%	0.33	0.33	0.33	0.33	0.34	0.34	0.34	0.34	0.35	0.35	0.35	0.35	0.36	0.36	0.36	0.36
Calcio	%	0.84	0.84	0.84	0.84	0.87	0.87	0.87	0.87	0.90	0.90	0.90	0.90	0.93	0.93	0.93	0.93
Sodio	%	0.14	0.14	0.14	0.14	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Potasio	%	0.28	0.28	0.28	0.28	0.29	0.29	0.29	0.29	0.30	0.30	0.30	0.30	0.31	0.31	0.31	0.31
Cloro	%	0.14	0.14	0.14	0.14	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

DE: Densidad Energética Kcal EM/kg; NPPI: Nivel de Perfil de Proteína ideal (%)

**Anexo IV: Composición Nutricional de los ingredientes utilizados para la formulación de dietas.**

Nutrientes	Unidades	Ingredientes											
		Maíz (7,88%)	Soya Harina (47%)	Soya Integral Extrusada	Pescado Harina (65.7%)	Trigo Subproducto	Aceite de Soya semirefinado	Carbonato de Calcio fino	Fosfato Bicálcico (Phosbic)	Sal	DL- Metionina	L-Lisina	Proapack pollos
Mat. Seca	%	87.480	89.180	89.940	91.710	88.380	99.600	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000
Prot. Total	%	7.880	47.000	36.420	65.700	15.620					58.690	119.750	
E. E.	%	3.650	1.450	18.320	5.850	3.500	99.600						
F. C.	%	1.730	4.190	6.030		9.500							
E. L. N.	%	72.950	29.740	24.570	4.800	55.060							
Cz.	%	1.270	5.700	4.600	19.350	4.700		99.000	99.000	99.000			
E. M.	Kcal/kg	3381	2273	3409	2876	1795	8790				3680	4600	
Lis	%	0.230	2.901	2.260	5.053	0.620						79.000	
Met	%	0.160	0.635	0.510	1.850	0.240					99.000		
Met + Cis	%	0.330	1.334	1.040	2.489	0.580					99.000		
Treo	%	0.320	1.857	1.460	2.780	0.510							
Trip	%	0.060	0.671	0.550	0.717	0.240							
Arg	%	0.370	3.459	2.680	3.828	1.050							
Isol	%	0.270	2.196	1.680	2.490	0.500							
Leu	%	0.940	3.624	2.790	4.400	0.950							
Vali	%	0.370	2.282	1.750	3.040	0.720							
Fen + Tir	%	0.630	4.136	3.140	4.340	0.970							
Hist	%	0.230	1.246	0.960	1.320	0.430							
Gli + Ser	%	0.690	4.565	3.340	8.310	1.390							
Fenilal	%	0.370	2.435	1.870	2.380	0.600							
Fósf. Disp.	%	0.060	0.240	0.190	2.410	0.330			18.000				
Calcio	%	0.030	0.310	0.230	4.700	0.140		38.000	26.000				
Sodio	%	0.020	0.020	0.010	0.500	0.020				39.700			
Potasio	%	0.290	2.110	1.640	0.580	1.030							
Cloro	%	0.060	0.050	0.020	0.700	0.060				60.000		19.430	
Precio	\$/kg	<b>1.01</b>	<b>1.60</b>	<b>1.88</b>	<b>4.77</b>	<b>0.67</b>	<b>3.88</b>	<b>0.24</b>	<b>1.91</b>	<b>0.25</b>	<b>12.88</b>	<b>5.32</b>	<b>17.09</b>

**Anexo V: Pesos Vivos Iniciales en Gramos.**

		Repetición	Nivel de Perfil de Proteína Ideal			
			90	100	110	120
<b>Densidad Energética</b>	<b>3000</b>	R – 1	49.0	48.6	48.2	48.2
		R – 2	48.2	48.8	48.8	49.0
		R – 3	48.4	49.0	48.6	48.8
		<b>Promedio</b>	<b>48.5</b>	<b>48.8</b>	<b>48.5</b>	<b>48.7</b>
	<b>3100</b>	R – 1	48.4	48.2	48.4	48.8
		R – 2	48.8	48.2	49.0	48.8
		R – 3	48.6	48.8	48.4	49.0
		<b>Promedio</b>	<b>48.6</b>	<b>48.4</b>	<b>48.6</b>	<b>48.9</b>
	<b>3200</b>	R – 1	48.6	48.6	48.6	48.4
		R – 2	48.8	49.2	48.0	48.0
		R – 3	48.0	48.4	50.0	48.2
		<b>Promedio</b>	<b>48.5</b>	<b>48.7</b>	<b>48.9</b>	<b>48.2</b>
	<b>3300</b>	R – 1	49.0	48.4	48.8	48.2
		R – 2	48.2	48.8	48.4	48.6
		R – 3	48.0	48.6	48.8	48.8
		<b>Promedio</b>	<b>48.4</b>	<b>48.6</b>	<b>48.7</b>	<b>48.5</b>

**Anexo VI: Pesos Vivos en la etapa de Inicio en Gramos.**

		Repetición	Nivel de Perfil de Proteína Ideal			
			90	100	110	120
<b>Densidad Energética</b>	<b>3000</b>	R – 1	693.0	747.5	807.4	800.5
		R – 2	637.0	750.8	798.0	784.8
		R – 3	720.0	742.3	832.0	901.0
		<b>Promedio</b>	<b>689.1</b>	<b>747.3</b>	<b>811.1</b>	<b>828.8</b>
	<b>3100</b>	R – 1	708.7	814.0	885.7	953.2
		R – 2	782.4	767.8	894.0	884.5
		R – 3	718.3	821.5	871.8	866.0
		<b>Promedio</b>	<b>742.6</b>	<b>795.7</b>	<b>883.6</b>	<b>909.0</b>
	<b>3200</b>	R – 1	813.0	795.5	895.0	933.7
		R – 2	782.3	913.4	880.3	937.7
		R – 3	786.0	828.8	945.6	889.3
		<b>Promedio</b>	<b>793.8</b>	<b>849.5</b>	<b>911.2</b>	<b>920.2</b>
	<b>3300</b>	R – 1	743.0	807.0	811.4	903.7
		R – 2	764.0	834.4	858.8	957.3
		R – 3	841.6	838.8	974.4	965.3
		<b>Promedio</b>	<b>787.4</b>	<b>826.7</b>	<b>883.1</b>	<b>943.6</b>

**Anexo VII: Pesos Vivos en la etapa de Crecimiento en Gramos.**

		Repetición	Nivel de Perfil de Proteína Ideal			
			90	100	110	120
Densidad Energética	3000	R – 1	2542.0	2491.0	2704.6	2788.3
		R – 2	2256.7	2597.5	2745.0	2863.8
		R – 3	2676.0	2677.0	2568.3	2862.8
		<b>Promedio</b>	<b>2485.3</b>	<b>2580.5</b>	<b>2675.1</b>	<b>2838.3</b>
	3100	R – 1	2556.5	2908.0	2986.0	2961.0
		R – 2	2504.2	2559.6	2961.8	3093.0
		R – 3	2463.0	2747.0	2886.0	2919.5
		<b>Promedio</b>	<b>2506.7</b>	<b>2691.1</b>	<b>2940.8</b>	<b>2969.2</b>
	3200	R – 1	2757.8	2713.8	2855.0	3131.0
		R – 2	2689.8	2818.8	3100.3	3012.5
		R – 3	2480.3	2876.5	3010.0	3084.0
		<b>Promedio</b>	<b>2642.6</b>	<b>2803.0</b>	<b>3001.3</b>	<b>3083.7</b>
	3300	R – 1	2624.8	2658.8	2943.8	2928.3
		R – 2	2601.0	2841.0	2860.8	2673.3
		R – 3	2675.0	2744.3	2662.0	3126.3
		<b>Promedio</b>	<b>2636.8</b>	<b>2748.0</b>	<b>2819.4</b>	<b>2909.3</b>

**Anexo VIII: Consumo Acumulado de Alimento para la Etapa de Inicio en Gramos.**

		Repetición	Nivel de Perfil de Proteína Ideal			
			90	100	110	120
Densidad Energética	3000	R – 1	1133.4	1083.3	1146.4	1053.2
		R – 2	1012.7	1095.1	1153.8	978.6
		R – 3	1101.4	1074.6	1159.4	1184.6
		<b>Promedio</b>	<b>1082.5</b>	<b>1084.3</b>	<b>1153.2</b>	<b>1072.1</b>
	3100	R – 1	1023.5	1141.0	1163.8	1202.9
		R – 2	1027.0	1057.8	1157.7	1119.8
		R – 3	1091.6	1128.1	1136.3	1086.6
		<b>Promedio</b>	<b>1047.4</b>	<b>1109.0</b>	<b>1152.6</b>	<b>1136.4</b>
	3200	R – 1	1184.8	1097.9	1142.6	1115.5
		R – 2	1107.6	1132.1	1098.6	1040.9
		R – 3	1055.3	1162.8	1119.5	1017.7
		<b>Promedio</b>	<b>1115.9</b>	<b>1130.9</b>	<b>1120.2</b>	<b>1058.0</b>
	3300	R – 1	1041.0	1039.3	945.6	1035.2
		R – 2	1131.0	1044.8	1126.5	1035.9
		R – 3	1134.8	987.8	1221.8	1090.6
		<b>Promedio</b>	<b>1102.3</b>	<b>1024.0</b>	<b>1098.0</b>	<b>1053.9</b>

**Anexo IX: Consumo Acumulado de Alimento para la Etapa de Crecimiento en Gramos.**

		Repetición	Nivel de Perfil de Proteína Ideal			
			90	100	110	120
Densidad Energética	3000	R – 1	3457.6	3347.5	3452.9	3518.4
		R – 2	3304.2	3674.9	3679.8	3513.5
		R – 3	3520.8	3617.9	3212.2	3433.2
		<b>Promedio</b>	<b>3427.5</b>	<b>3546.8</b>	<b>3448.3</b>	<b>3488.4</b>
	3100	R – 1	3529.3	3790.1	3780.5	3513.7
		R – 2	3237.0	3314.8	3742.7	3842.8
		R – 3	3908.1	3562.2	3565.1	3491.0
		<b>Promedio</b>	<b>3558.1</b>	<b>3555.7</b>	<b>3696.1</b>	<b>3615.8</b>
	3200	R – 1	3675.7	3548.9	3351.6	3691.5
		R – 2	3490.7	3525.0	3640.8	3589.4
		R – 3	3066.7	3726.8	3488.8	3862.7
		<b>Promedio</b>	<b>3411.0</b>	<b>3600.2</b>	<b>3493.7</b>	<b>3714.5</b>
	3300	R – 1	3255.5	3203.6	3390.5	3462.1
		R – 2	3398.5	3431.3	3323.3	3054.5
		R – 3	3281.8	3334.6	2987.1	3522.4
		<b>Promedio</b>	<b>3311.9</b>	<b>3323.2</b>	<b>3233.6</b>	<b>3346.3</b>

**Anexo X: Ingreso sobre el Costo de Alimentación de Pollos de carne en respuesta a diferentes niveles de Densidad Energética y de Niveles de Perfil de Proteína Ideal.**

Tratamiento	Repetición	Densidad Energética (Kcal/kg)	NPPI (%)	Peso vivo final (kg)	Ingreso Bruto* (S/.)	Inicio		Crecimiento		Costo Total de Alimentación (S/.)	ISCA* (Nuevos Soles/Pollo)	
						Consumo de Alimento (kg)	Costo Total (S/.)	Consumo de Alimento (kg)	Costo Total (S/.)			
T - 1	R - 1	3000	90	2.54	12.58	1.13	1.21	3.46	1.17	5.42	7.17	
	R - 2			2.26	11.17	1.01	1.21	3.30	1.17	5.09	6.08	
	R - 3			2.68	13.25	1.10	1.21	3.52	1.17	5.45	7.79	
T - 2	R - 1		100	100	2.49	12.33	1.08	1.27	3.35	1.18	5.34	6.99
	R - 2				2.60	12.86	1.10	1.27	3.67	1.18	5.74	7.11
	R - 3				2.68	13.25	1.07	1.27	3.62	1.18	5.65	7.60
T - 3	R - 1		110	110	2.70	13.39	1.15	1.33	3.45	1.23	5.79	7.60
	R - 2				2.75	13.59	1.15	1.33	3.68	1.23	6.08	7.51
	R - 3				2.57	12.71	1.16	1.33	3.21	1.23	5.51	7.21
T - 4	R - 1	120	120	2.79	13.80	1.05	1.39	3.52	1.29	5.99	7.81	
	R - 2			2.86	14.18	0.98	1.39	3.51	1.29	5.88	8.29	
	R - 3			2.86	14.17	1.18	1.39	3.43	1.29	6.06	8.11	
T - 5	R - 1	3100	90	2.56	12.65	1.02	1.28	3.53	1.22	5.61	7.04	
	R - 2			2.50	12.40	1.03	1.28	3.24	1.22	5.26	7.14	
	R - 3			2.46	12.19	1.09	1.28	3.91	1.22	6.16	6.03	
T - 6	R - 1		100	100	2.91	14.39	1.14	1.34	3.79	1.25	6.28	8.11
	R - 2				2.56	12.67	1.06	1.34	3.31	1.25	5.58	7.09
	R - 3				2.75	13.60	1.13	1.34	3.56	1.25	5.98	7.62
T - 7	R - 1		110	110	2.99	14.78	1.16	1.41	3.78	1.31	6.58	8.20
	R - 2				2.96	14.66	1.16	1.41	3.74	1.31	6.52	8.14
	R - 3				2.89	14.29	1.14	1.41	3.57	1.31	6.26	8.03
T - 8	R - 1	120	120	2.96	14.66	1.20	1.51	3.51	1.36	6.60	8.06	
	R - 2			3.09	15.31	1.12	1.51	3.84	1.36	6.92	8.39	
	R - 3			2.92	14.45	1.09	1.51	3.49	1.36	6.40	8.06	

NPPI: Nivel del Perfil de Proteína Ideal

ISCA: Ingreso sobre el Costo de Alimentación \*Precio del Pollo (S/Kg) = 4.95

**Anexo XI: Ingreso sobre el Costo de Alimentación de Pollos de carne en respuesta a diferentes niveles de Densidad Energética y de Niveles de Perfil de Proteína Ideal (Continuación).**

Tratamiento	Repetición	Densidad Energética (Kcal/kg)	NPPI (%)	Peso vivo final (kg)	*Ingreso Bruto (S/.)	Inicio		Crecimiento		Costo Total de Alimentación (S/.)	ISCA* (Nuevos Soles/Pollo)	
						Consumo de Alimento (kg)	Costo Total (S/.)	Consumo de Alimento (kg)	Costo Total (S/.)			
T - 9	R - 1	3200	90	2.76	13.65	1.18	1.36	3.68	1.28	6.29	7.36	
	R - 2			2.69	13.31	1.11	1.36	3.49	1.28	5.95	7.36	
	R - 3			2.48	12.28	1.06	1.36	3.07	1.28	5.34	6.94	
T - 10	R - 1		100	100	2.71	13.43	1.10	1.45	3.55	1.33	6.29	7.14
	R - 2				2.82	13.95	1.13	1.45	3.53	1.33	6.31	7.64
	R - 3				2.88	14.24	1.16	1.45	3.73	1.33	6.62	7.62
T - 11	R - 1		110	110	2.86	14.13	1.14	1.57	3.35	1.39	6.46	7.67
	R - 2				3.10	15.35	1.10	1.57	3.64	1.39	6.79	8.55
	R - 3				3.01	14.90	1.12	1.57	3.49	1.39	6.61	8.29
T - 12	R - 1	120	120	3.13	15.50	1.12	1.69	3.69	1.50	7.43	8.07	
	R - 2			3.01	14.91	1.04	1.69	3.59	1.50	7.15	7.76	
	R - 3			3.08	15.27	1.02	1.69	3.86	1.50	7.52	7.75	
T - 13	R - 1	3300	90	2.62	12.99	1.04	1.54	3.26	1.38	6.08	6.91	
	R - 2			2.60	12.87	1.13	1.54	3.40	1.38	6.41	6.46	
	R - 3			2.68	13.24	1.13	1.54	3.28	1.38	6.26	6.98	
T - 14	R - 1		100	100	2.66	13.16	1.04	1.66	3.20	1.49	6.50	6.66
	R - 2				2.84	14.06	1.04	1.66	3.43	1.49	6.84	7.22
	R - 3				2.74	13.58	0.99	1.66	3.33	1.49	6.61	6.98
T - 15	R - 1		110	110	2.94	14.57	0.95	1.80	3.39	1.54	6.94	7.63
	R - 2				2.86	14.16	1.13	1.80	3.32	1.54	7.16	7.00
	R - 3				2.66	13.18	1.22	1.80	2.99	1.54	6.81	6.36
T - 16	R - 1	120	120	2.93	14.50	1.04	1.89	3.46	1.66	7.68	6.81	
	R - 2			2.67	13.23	1.04	1.89	3.05	1.66	7.01	6.22	
	R - 3			3.13	15.48	1.09	1.89	3.52	1.66	7.89	7.59	

NPPI: Nivel del Perfil de Proteína Ideal

ISCA: Ingreso sobre el Costo de Alimentación \*Precio del Pollo (S/Kg) = 4.95

**Anexo XII: Procedimiento Modelo Lineal General (GLM) y Prueba de Duncan para Peso Vivo.**

**Análisis de Varianza para Peso Vivo Inicial**

FV	GL	SC	CM	Fcal	Pvalue	Nivel Sig.
BLQOUE	2	0.1267	0.0633	0.36	0.6986	n.s.
DE	3	0.0567	0.0189	0.11	0.9546	n.s.
NPPI	3	0.1967	0.0656	0.38	0.7711	n.s.
DE*NPPI	9	1.1833	0.1315	0.75	0.6582	n.s.
Error	30	5.2333	0.1744			
Total	47	6.7967				

*DE: Densidad Energética, NPPI: Nivel de Perfil de Proteína Ideal*

**Análisis de Varianza para Peso Vivo a 21 días**

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-value	Nivel Sig.
BLOQUE	2	6205.5467	3102.7733	1.88	0.1694	n.s.
DE	3	72100.3156	24033.4385	14.60	<0.0001	***
NPPI	3	161887.5440	53962.5147	32.78	<0.0001	***
DE*NPPI	9	4093.5535	454.8393	0.28	0.9763	n.s.
Error	30	49390.9400	1646.3647			
Total	47	293677.8998				

*DE: Densidad Energética, NPPI: Nivel de Perfil de Proteína Ideal*

**Análisis de Varianza para Peso Vivo a 42 días**

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-value	Nivel Sig.
BLOQUE	2	4676.3550	2338.1780	0.15	0.8621	n.s.
DE	3	325497.6290	108499.2100	6.92	0.0011	**
NPPI	3	1010252.7910	337650.9300	21.48	<0.0001	***
DE*NPPI	9	83660.9060	9295.6560	0.59	0.7924	n.s.
Error	30	470332.0780	15677.7360			
Total	47	1894419.7590				

*DE: Densidad Energética, NPPI: Nivel de Perfil de Proteína Ideal*

**Anexo XIII: Procedimiento GLM y Prueba de Duncan para Consumo de Alimento.**

**Análisis de Varianza de consumo a los 21 días**

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-value	Nivel Sig.
BLOQUE	2	5866.07292	2933.03646	0.84	0.4402	n.s.
DE	3	12548.23583	4182.74528	1.20	0.3257	n.s.
NPPI	3	19651.41750	6550.47250	1.88	0.1537	n.s.
DE*NPPI	9	34339.11250	3815.45694	1.10	0.3942	n.s.
Error	30	104340.58040	3478.01930			
Total	47	176745.41920				

*DE: Densidad Energética, NPPI: Nivel de Perfil de Proteína Ideal*

**Análisis de Varianza de consumo del día 22 al 42**

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-value	Nivel Sig.
BLOQUE	2	4710.7017	2355.3508	0.06	0.9429	n.s.
DE	3	630335.4750	210111.8250	5.26	0.0049	**
NPPI	3	87136.7250	29045.5750	0.73	0.5439	n.s.
DE*NPPI	9	154215.7100	17135.0789	0.43	0.9089	n.s.
Error	30	1198631.8050	39954.3940			
Total	47	2075030.4170				

*DE: Densidad Energética, NPPI: Nivel de Perfil de Proteína Ideal*

**Análisis de Varianza de consumo a 42 días**

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-value	Nivel Sig.
BLOQUE	2	5978.6704	2989.3352	0.06	0.9375	n.s.
DE	3	819611.6475	273203.8825	5.91	0.0027	*
NPPI	3	78872.6175	26290.8725	0.57	0.6397	n.s.
DE*NPPI	9	174367.3142	19374.1460	0.42	0.9144	n.s.
Error	30	1385922.2300	46197.4080			
Total	47	2464752.4790				

*DE: Densidad Energética, NPPI: Nivel de Perfil de Proteína Ideal*

## Anexo XIV: Procedimiento GLM y Prueba de Duncan para Ganancia de Peso.

### Análisis de Varianza de Ganancia de Peso a 21 días

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-value	Nivel Sig.
BLOQUE	2	6153.5400	3076.7700	1.88	0.1704	n.s.
DE	3	72212.4573	24070.8191	14.70	<0.0001	***
NPPI	3	161701.3190	53900.4397	32.91	<0.0001	***
DE*NPPI	9	4073.6585	452.6287	0.28	0.9763	n.s.
Error	30	49140.5733	1638.0191			
Total	47	293281.5481				

*DE: Densidad Energética, NPPI: Nivel de Perfil de Proteína Ideal*

### Análisis de Varianza de Ganancia de Peso del día 22 al 42

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-value	Nivel Sig.
BLOQUE	2	10665.1154	5332.5577	0.32	0.7261	n.s.
DE	3	114933.3073	38311.1024	2.32	0.0949	n.s.
NPPI	3	365946.9956	121982.3319	7.40	0.0007	***
DE*NPPI	9	82068.2119	9118.6902	0.55	0.8236	n.s.
Error	30	494593.9650	16486.4650			
Total	47	1068207.5950				

*DE: Densidad Energética, NPPI: Nivel de Perfil de Proteína Ideal*

### Análisis de Varianza de Ganancia de Peso a 42 días

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-value	Nivel Sig.
BLOQUE	2	4693.4900	2346.7450	0.15	0.8615	n.s.
DE	3	325677.4290	108559.1430	6.93	0.0011	**
NPPI	3	1009814.8310	336604.9440	21.50	<0.0001	***
DE*NPPI	9	83692.1860	9299.1320	0.59	0.7917	n.s.
Error	30	469776.5430	15659.2180			
Total	47	1893654.4790				

*DE: Densidad Energética, NPPI: Nivel de Perfil de Proteína Ideal*

**Anexo XV: Procedimiento GLM y Prueba de Duncan para Conversión Alimenticia.**

**Análisis de Varianza de Conversión Alimenticia a 21 días**

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-value	Nivel Sig.
BLOQUE	2	0.00947917	0.00473958	1.43	0.2557	n.s.
DE	3	0.30191667	0.10063889	30.32	<0.0001	***
NPPI	3	0.50626667	0.16875556	50.84	<0.0001	***
DE*NPPI	9	0.03241667	0.00360185	1.09	0.4021	n.s.
Error	30	0.09958750	0.00331958			
Total	47	0.94966667				

*DE: Densidad Energética, NPPI: Nivel de Perfil de Proteína Ideal*

**Análisis de Varianza de Conversión Alimenticia de 22 a 42 días**

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-value	Nivel Sig.
BLOQUE	2	0.00550417	0.00275208	0.49	0.6148	n.s.
DE	3	0.13500625	0.04500208	8.09	0.0004	***
NPPI	3	0.20237292	0.06745764	12.12	<0.0001	***
DE*NPPI	9	0.07495208	0.00832801	1.50	0.1945	n.s.
Error	30	0.16696250	0.00556542			
Total	47	0.58479792				

*DE: Densidad Energética, NPPI: Nivel de Perfil de Proteína Ideal*

**Análisis de Varianza de Conversión Alimenticia a 42 días**

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-value	Nivel Sig.
BLOQUE	2	0.00035000	0.00017500	0.05	0.9545	n.s.
DE	3	0.18594167	0.06198056	16.53	<0.0001	***
NPPI	3	0.28590833	0.09530278	25.41	<0.0001	***
DE*NPPI	9	0.03260833	0.00362315	0.97	0.4864	n.s.
Error	30	0.11251667	0.00375056			
Total	47	0.61732500				

*DE: Densidad Energética, NPPI: Nivel de Perfil de Proteína Ideal*

**Anexo XVI: Procedimiento GLM y Prueba de Duncan para Ingreso sobre Costo de Alimentación (ISCA) en Soles/Pollo.**

**Análisis de Varianza para ISCA**

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-value	Nivel Sig.
BLOQUE	2	0.05595417	0.02797708	0.14	0.8707	n.s.
DE	3	4.72085625	1.57361875	7.82	0.0005	***
NPPI	3	4.99773958	1.66591319	8.28	0.0004	***
DE*NPPI	9	2.52603542	0.28067060	1.40	0.2342	n.s.
Error	30	6.03571250	0.20119042			
Total	47	18.33629792				

*DE: Densidad Energética, NPPI: Nivel de Perfil de Proteína Ideal*