



ESPE

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE
LA AGRICULTURA**

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA: “USO DE DIFERENTES NIVELES DE CONCENTRADO
DE PROTEÍNA DE MAÍZ, EN POLLOS BROILER EN ZONAS
DE ALTURA”**

AUTORAS:

**MOREJÓN GODOY PATRICIA ISABEL
QUILLUPANGUI BOHÓRQUEZ GENOVEVA RITA**

DIRECTOR:

ORTIZ MANZANO MARIO LEONARDO

SANGOLQUÍ

2017



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, ***“USO DE DIFERENTES NIVELES DE CONCENTRADO DE PROTEÍNA DE MAÍZ, EN POLLOS BROILER EN ZONAS DE ALTURA”*** realizado por las señoritas: ***MOREJÓN GODOY PATRICIA ISABEL*** y ***QUILLUPANGUI BOHÓRQUEZ GENOVEVA RITA***, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar a las señoritas ***MOREJÓN GODOY PATRICIA ISABEL*** y ***QUILLUPANGUI BOHÓRQUEZ GENOVEVA RITA*** para que lo sustenten públicamente.

Sangolquí, 1 de diciembre del 2017

A handwritten signature in blue ink is written over a horizontal line. The signature is cursive and appears to read 'Ortiz Manzano Mario Leonardo'. Below the signature, there is a dashed horizontal line.

ORTIZ MANZANO MARIO LEONARDO
DIRECTOR




DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD


Nosotras, **MOREJÓN GODOY PATRICIA ISABEL** y **QUILLUPANGUI BOHÓRQUEZ GENOVEVA RITA** con cédulas de identidad N° 1724396724 y 1723714117 respectivamente, declaramos que este trabajo de titulación **“USO DE DIFERENTES NIVELES DE CONCENTRADO DE PROTEÍNA DE MAÍZ, EN POLLOS BROILER EN ZONAS DE ALTURA”** ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaramos que este trabajo es de nuestra autoría, en virtud de ello nos declaramos responsables del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Sangolquí, 1 de diciembre del 2017



 MOREJÓN GODOY PATRICIA
 ISABEL
 C.C. 1724396724.....



 QUILLUPANGUI BOHÓRQUEZ
 GENOVEVA RITA
 C.C. 1723714117.....



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

AUTORIZACIÓN

Nosotras, **MOREJÓN GODOY PATRICIA ISABEL** y **QUILLUPANGUI BOHÓRQUEZ GENOVEVA RITA**, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación **“USO DE DIFERENTES NIVELES DE CONCENTRADO DE PROTEÍNA DE MAÍZ, EN POLLOS BROILER EN ZONAS DE ALTURA”** cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra autoría y responsabilidad.

Sangolquí, 1 de diciembre del 2017

MOREJÓN GODOY PATRICIA
ISABEL
C.C.....1724396724.....

QUILLUPANGUI BOHÓRQUEZ
GENOVEVA RITA
C.C.....1723714117.....

DEDICATORIA

A Dios, por estar conmigo en todo momento, iluminar mi mente y darme la fuerza necesaria para lograr mis metas.

A mis padres Laura y Carlos por amarme, creer en mi y apoyarme siempre en cada paso de mi vida.

A mis abuelitos Luz Maria y Luis, por quererme y brindarme su apoyo.

A mis hermanos Luis y Cristhian por estar siempre a mi lado, los quiero mucho y a mi sobrina Isabela para que vea en mi un ejemplo a seguir.

A mis maestros, quienes han sido parte de mi formación profesional.

Y finalmente a mis amigos que han estado en las buenas y en las malas cuando lo he necesitado, los quiero mucho.

Paty Morejón

DEDICATORIA

A Dios, a quien siempre sentí junto a mí en los momentos difíciles, y quien me ha dado la fuerza y el valor para no dejarme caer y cumplir con esta meta.

A mi madre, quien me brindo su amor y su apoyo incondicional, y que gracias a su bendición me sentí protegida y acompañada cuando más lo necesitaba. También, gracias a su gran esfuerzo logró que cumpliera mis anhelos.

A mis hermanos, que me apoyaron en todos los momentos que necesite de ellos.

Rita Quillupangui Bohórquez

AGRADECIMIENTO

A Dios, por todo su amor, darme todo lo que tengo y permitirme llegar hasta este punto de mi vida.

A mis padres y hermanos por ser un ejemplo de perseverancia y buenos valores, brindarme su apoyo incondicional y paciencia, todo esto se los debo a ellos.

A mis abuelitos y toda mi familia por creer en mi y ser un pilar fundamental en mi vida.

A mi compañera Rita, por compartir esta meta conmigo.

A mi director de tesis, Ing. Mario Ortiz, por su apoyo incondicional y motivación durante todo el desarrollo de la tesis, por compartir sus conocimientos y ser parte de mi desarrollo profesional.

Al Dr. Christian Ponce por su apoyo y asesoramiento durante toda esta investigación.

A la empresa Cargill por su colaboración, ya que sin ellos no hubiera sido posible la realización del proyecto.

A mis amigos, trabajadores y a todas las personas que de una u otra forma estuvieron involucradas durante todo este proceso.

Muchas gracias.

Paty Morejón

AGRADECIMIENTO

A mi madre, por todo el esfuerzo que ha realizado por mí, y por el apoyo que me brinda siempre.

A mis hermanos, quienes siempre me han apoyado y cuidado de mí.

A mis amigos, por brindarme su amistad y respaldo durante mi vida universitaria. Y a mis amigos-compañeros de internado de tesis, quienes me brindaron su compañía y amistad.

A mí tutor de tesis, Ing. Mario Ortiz, por su apoyo y amistad; y por compartir sus conocimientos en bien del desarrollo de esta investigación.

A Christian Ponce, PhD, por permitirme ser parte de esta investigación y por su guía y apoyo durante la misma.

A Jorge Ron, PhD, por la confianza para permitirnos el uso del laboratorio de Sanidad Animal.

A la empresa Cargill, por el auspicio de esta investigación y por estar pendiente del avance de la misma.

Al personal administrativo de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, por consentirnos el uso de las instalaciones y ayudarnos con el personal de la institución.

A los trabajadores del Proyecto avícola, planta de balanceados, área de faenamiento y comercialización, quienes nos ayudaron durante el desarrollo de la experimentación.

A mis compañeros del Módulo de avicultura y nutrición animal, quienes nos colaboraron durante el proyecto.

Rita Quillupangui Bohórquez

ÍNDICE DE CONTENIDO

CARÁTULA

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
AGRADECIMIENTO	viii
ÍNDICE DE CONTENIDO	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.1.1 El Problema.....	1
1.1.2 Los Efectos	1
1.1.3 Las Causas	1
1.1.4 Antecedentes	1
1.2 Justificación.....	3
1.3 Objetivos	4
1.3.1 Objetivo general	4
1.3.2 Objetivos Específicos	4
1.4 Hipótesis	4

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
2.1	Industria avícola5
2.2	Generalidades.....5
2.2.1	Pollo broiler5
2.2.2	Origen6
2.2.3	Línea broiler Cobb 500.....6
2.3	Requerimientos nutricionales en pollos de engorde COBB 5006
2.3.1	Agua.....6
2.3.2	Energía8
2.3.3	Proteína8
2.3.3.1	Proteína ideal8
2.3.3.2	Aminoácidos esenciales.....9
2.3.3.3	Aminoácidos no esenciales.....11
2.3.4	Fibra dietética.....11
2.3.5	Macrominerales.....12
2.3.6	Microminerales.....13
2.3.7	Vitaminas13
2.3.7.1	Vitaminas liposolubles13
2.3.7.2	Vitaminas hidrosolubles14
2.4	Requerimientos medioambientales16
2.4.1	Temperatura.....17
2.4.2	Zona de confort térmica17
2.4.3	Calidad del aire18
2.4.4	Humedad relativa19
2.4.5	Luz19

2.5	Concentrado de proteína de maíz (CPM): Empyreal 75	20
2.6	Fisiología de las aves.....	23
2.6.1	Fisiología digestiva.....	23
2.6.2	Metabolismo de nutrientes	26
2.6.2.1	Metabolismo de hidratos de carbono	26
2.6.2.2	Metabolismo de proteínas	27
2.6.2.3	Metabolismo de lípidos	28
2.6.3	Fisiología cardio-respiratoria.....	28
2.6.3.1	Sistema respiratorio	28
2.7	Problemas metabólicos.....	30
2.7.1	Síndrome ascítico	30
2.7.2	Síndrome de muerte súbita.....	31
2.8	Parámetros productivos en pollos de engorde.....	32
2.8.1	Peso vivo	32
2.8.2	Consumo de alimento	32
2.8.3	Ganancia de peso.....	32
2.8.4	Conversión alimenticia (CA).....	33
2.8.5	Eficiencia de la Ganancia Productiva.....	33
2.8.6	Factor de Eficiencia Europea	33
2.8.7	Rendimiento de la carcasa.....	33
2.8.8	Rendimiento de la pechuga.....	34
2.8.9	Mortalidad	34

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS 35

3.1	Materiales.....	35
3.1.1	Materiales.....	35

3.1.2	Equipos	35
3.1.3	Reactivos	36
3.2	Métodos	36
3.2.1	Preparación del galpón	36
3.2.2	Recepción de pollitos BB	37
3.2.3	Alojamiento	37
3.2.4	Dietas experimentales.....	38
3.2.5	Toma de datos	42
3.2.6	Análisis de Nitrógeno (N)	43
3.2.7	Análisis estadístico.....	44

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45	
4.1	Resultados	45
4.1.1	Parámetros productivos	45
4.1.2	El peso inicial	45
4.1.2.1	Ganancia de Peso.....	45
4.1.2.2	Homogeneidad de pesos	48
4.1.2.3	Ganancia Diaria de Peso (GDP)	49
4.1.2.4	Consumo de alimento	50
4.1.2.5	Conversión Alimenticia (CA)	51
4.1.2.6	Eficiencia de ganancia de peso (EGP).....	53
4.1.2.7	Factor de Eficiencia Europea (FEE).....	54
4.1.2.8	Mortalidad	55
4.1.3	Características de la carcasa	56
4.1.4	Características de la masa visceral.....	58
4.1.4.1	Características de la masa visceral al día 14.....	58

4.1.4.2	Características de la masa visceral a los 28 días	58
4.1.4.3	Características de la masa visceral a los 46 días	60
4.1.5	Consumo y retención de nitrógeno	61
4.1.6	Análisis de costos	61
4.2	Discusión	63

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		67
5.1	Conclusiones.....	67
5.2	Recomendaciones	68
5.3	Bibliografía	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Estándares de calidad de agua para aves de corral	7
Tabla 2	Relación aminoácido/lisina utilizada para estimar los requerimientos de aminoácidos de pollos de engorde.	9
Tabla 3	Requerimientos de aminoácidos esenciales para pollos de engorde.....	11
Tabla 4	Requerimientos de minerales para pollos de engorde	13
Tabla 5	Requerimientos vitamínicos para pollos de engorde	15
Tabla 6	Requerimientos nutricionales en pollos de engorde	16
Tabla 7	Guía de temperaturas recomendadas en crianza de pollos broilers	17
Tabla 8	Guía para calidad de aire.....	19
Tabla 9	Guía de humedad relativa recomendada para pollos de engorde ...	19
Tabla 10	Programa de iluminación para pollos de engorde.....	20
Tabla 11	Ficha técnica del concentrado de proteína de maíz.....	22
Tabla 12	Guía de temperaturas recomendadas en crianza de pollos.....	37
Tabla 13	Dietas en la fase inicial de desarrollo (1 a 14 días) para pollos broiler ¹	40
Tabla 14	Composición nutricional de dietas en la fase inicial de desarrollo (1 a 14 días) para pollos broiler ¹	41
Tabla 15	Dietas para pollos broiler desde el día 15 a 42	41
Tabla 16	Composición nutricional de dietas para pollos broiler desde el día 15 a 42	42
Tabla 17	Análisis de varianza	44
Tabla 18	Peso inicial de pollitos BB para cada tratamiento	45
Tabla 19	Efecto del uso de diferentes niveles de CPM sobre ganancia de peso de 1 a 42 días.....	46
Tabla 20	Efecto del uso de diferentes niveles de CPM sobre la homogeneidad de pesos de 1 a 42 días.	48
Tabla 21	Efecto del uso de diferentes niveles de CPM sobre la GDP de 1 a 42 días	49

Tabla 22	Efecto del uso de diferentes niveles de CPM sobre el consumo de alimento de 1 a 42 días.....	50
Tabla 23	Efecto del uso de diferentes niveles de CPM sobre a conversión alimenticia de 1 a 42 días	52
Tabla 24	Efecto del uso de diferentes niveles de CPM sobre la Eficiencia de Ganancia de Peso 1 a 42 días.....	53
Tabla 25	Efecto del uso de diferentes niveles de CPM sobre el Factor de Eficiencia Europeo (FEE) de 1 a 42 días	54
Tabla 26	Efecto del uso de diferentes niveles de CPM sobre el porcentaje de mortalidad de 1 a 42 días.....	55
Tabla 27	Efectos del uso de diferentes niveles de CPM sobre características de la carcasa de pollos broilers al día 46.....	56
Tabla 28	Efecto del uso de diferentes niveles de CPM sobre las características de la masa visceral en pollos broiler a los 14 días ¹ ..	58
Tabla 29	Efecto del uso de diferentes niveles de CPM sobre las características de la masa visceral en pollos broiler a los 28 días ¹ ..	59
Tabla 30	Efecto del uso de diferentes niveles de CPM sobre las características de la masa visceral en pollos broiler a los 46 días ¹ ..	60
Tabla 31	Efecto del uso de diferentes niveles de CPM sobre el consumo y retención de nitrógeno en pollos broiler hasta el día 14.....	61
Tabla 32	Efectos del uso de diferentes niveles de CPM sobre los costos de alimentación al día 42	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Zonas de temperaturas para rendimiento óptimo	18
Figura 2	Aparato digestivo de las aves	23
Figura 3	Efecto del uso de diferentes niveles de CPM sobre ganancia de peso.....	46
Figura 4	Curva de pesos para el uso de diferentes concentrados de proteína de maíz hasta el día 42	47
Figura 5	Efecto del uso de diferentes niveles de CPM sobre la homogeneidad de los pesos de 1 a 42 días.	48
Figura 6	Efecto del uso de diferentes niveles de CPM sobre la GDP de 1 a 42 días.....	49
Figura 7	Efecto del uso de diferentes niveles de CPM sobre el consumo de alimento de 1 a 42 días.....	51
Figura 8	Efecto del uso de diferentes niveles de CPM sobre a conversión alimenticia de 1 a 42 días.....	52
Figura 9	Efecto del uso de diferentes niveles de CPM sobre la Eficiencia de Ganancia de Peso (EGP) de 1 a 42 días.	53
Figura 10	Efecto del uso de diferentes niveles de CPM sobre el Factor de Eficiencia Europeo (FEE) de 1 a 42 días.....	54
Figura 11	Efectos del uso de diferentes niveles de CPM sobre características de la carcasa	56
Figura 12	Efectos del uso de diferentes niveles de CPM sobre los costos de alimentación al día 42	62

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el uso de cuatro niveles (2.5%, 5%, 7.5%, 10%) de Concentrado de Proteína de Maíz (CPM), sobre el desempeño productivo y características de la carcasa en pollos broilers. Se utilizaron 769 pollitos machos, línea COBB 500 de un día de edad. En la experimentación se aplicó un diseño completamente al azar, con 5 tratamientos y 7 repeticiones. Las aves fueron alimentadas con dietas iso-energéticas, iso-proteicas e iso-fosfóricas. Los primeros 14 días el alimento consistió en: control; 2,5; 5; 7.5; y 10 por ciento de CPM en la dieta, desde el día 15 los animales fueron alimentados con balanceado control. Al día 14, se observó un mejor desempeño productivo al usar menor cantidad de CPM (L, $P \leq 0.012$), al día 42 esta tendencia se evidenció solo para el peso y ganancia diaria de peso (L, $P \leq 0.035$). Las características de la carcasa, no mostraron diferencias estadísticas (L, $P \geq 0.190$). El desarrollo de los pulmones y riñones al día 14 fue menor conforme se utilizó más CPM ($P \leq 0.038$), lo mismo se observó para los pulmones al día 46 ($P = 0.048$); la molleja tuvo un desarrollo directamente proporcional al uso de CPM ($P = 0.019$; día 46). El consumo y retención de nitrógeno en las aves fue disminuyendo al usar más CPM (L, $P < 0.001$) en las dietas; en costos de alimentación, al usar 5% de CPM disminuyó 1.16% frente al control. Las aves alimentadas con la dieta control mostraron un mejor desempeño frente a las aves alimentadas con dietas que contenían CPM.

PALABRAS CLAVE

- **POLLOS BROILERS**
- **CONCENTRADO DE PROTEÍNA DE MAÍZ**
- **DESEMPEÑO PRODUCTIVO**
- **CARACTERÍSTICAS DE LA CARCASA**
- **CONSUMO Y RETENCIÓN DE NITRÓGENO**

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the use of four levels (2.5%, 5%, 7.5%, 10%) of corn protein concentrate (CPC), in the productive performance and the carcass characteristics in broiler chickens. Were used 769 male chicks, line COBB 500 one day old. In the experimentation, a completely randomized design was applied, with 5 treatments and 7 repetitions. The birds were fed with isoenergetic, iso-proteic and iso-phosphoric diets. The first 14 days food consisted of: control; 2.5; 5; 7.5; and 10 percent CPC in the diet, from de 15 day the animals were fed with the control balanced feed. On day 14, a better productive performance was observed when used less CPC (L, $P \leq 0.012$), however, on day 42, this tendency was evidenced only by the weight and the daily weight gain (L, $P \leq 0.035$). The carcass characteristics didn't show statistical differences (L, $P \geq 0.190$). The development of lungs and kidneys on day 14 was lower as more CPC was used ($P \leq 0.038$), the same was observed for the lungs on day 46 ($P = 0.048$); the gizzard had a development directly proportional to the use of CPC ($P = 0.019$, day 46). Nitrogen intake and retention in birds decreased when more CPC were used in the diets (L, $P < 0.001$); in feed costs, when 5% CPC was used it decreased 1.16% compared to the control. Birds fed with the control diet showed better performance against birds fed with diets containing CPM.

KEYWORDS

- **BROILERS**
- **CORN PROTEIN CONCENTRATE**
- **PRODUCTIVE PERFORMANCE**
- **CARCASS CHARACTERISTICS**
- **NITROGEN INTAKE AND RETENTION**

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del problema

1.1.1 El Problema

El uso de las diferentes fuentes de proteína que se emplea en la actualidad para dietas iniciales en broilers, no siempre cubren los requerimientos nutricionales de aminoácidos esenciales que requieren las líneas genéticas actuales. Situación que repercute en un desempeño pobre y bajo rendimiento productivo, en explotaciones intensivas de aves de engorde.

1.1.2 Los Efectos

- Ciertas fuentes de proteína tradicionalmente usadas contiene factores anti nutricionales, lo que afecta al desarrollo del sistema digestivo e inmunológico de los pollos broilers.
- Una nutrición inadecuada durante los primeros días de vida en pollos broilers, repercutirá negativamente en el desarrollo del ave a edad de faenamiento.

1.1.3 Las Causas

Las diferentes fuentes de proteína usadas en dietas de broilers, en ocasiones contienen factores anti nutricionales debido a su procesamiento o características propias de ellas, y suelen ser sobre valoradas en su aporte nutricional, afectando el desempeño y condición de las aves.

1.1.4 Antecedentes

El origen, calidad, composición y contenido de aminoácidos, son los factores determinantes a considerarse al momento de elegir una fuente proteica. Entre las proteínas más usadas en la alimentación animal están las de origen vegetal y animal como son: la torta de soya y harina de pescado,

debido a su alto valor nutritivo, biodisponibilidad y precio.

Algunos autores señalan que la nutrición de pollos broilers se fundamenta en el contenido de energía y de proteína de una dieta; el cumplimiento de dichas exigencias nutritivas permitirá no solo satisfacer las demandas de mantenimiento de los animales, sino también, la ganancia máxima de proteína corporal, objetivo buscado por productores (Campos, Salguero, Albino, & Rostango, 2008) .

Los aminoácidos componen las proteínas y generalmente se los clasifica como esenciales y no esenciales, sin embargo se ha probado que todos los aminoácidos juegan un papel importante dentro de la nutrición y optimizan el perfecto desarrollo de un animal, siempre y cuando se tome en cuenta el concepto de proteína ideal, lo que permite la mejora de la eficiencia productiva (Wu, 2014).

Consecuentemente, los principales insumos utilizados como fuente de proteína en la producción avícola es la harina de pescado y la torta de soya por sus altos aporte de aminoácidos y contenido energético. Sin embargo, un estudio menciona que combinar varias fuentes de proteína puede conducir a un mejor equilibrio de aminoácidos en las dietas, un menor uso de aminoácidos sintéticos y la reducción de costos en la alimentación animal (Rochell, Kerr, & Dozier III, 2011).

La industria avícola ha optado por el empleo de nuevas fuentes de proteína, sobretodo basadas completamente en material vegetal (Bhuiyan, Hossain, & Iji, 2015). Dado que el uso de alimentos de origen animal en animales puede desencadenar en problemas sobre la salud humana por el contenido de bacterias o toxinas en los mismos (Sapkota, Lefferts, Mckenzie, & Walker, 2007).

El concentrado de proteína de maíz (CPM) al poseer características como: el contener antioxidantes, ser altamente digerible, de bajo contenido de cenizas y rico en nutrientes (Cargill Inc, 2008); es una opción de fuente

de proteína que se desea tomar en cuenta en la nutrición de pollos broilers. Es así como se ha iniciado estudios en referencia a este producto.

Khalaji, Manafi, Olfati, Hedyati & Veysi (2015), señalan que al sustituir torta de soya por concentrado de proteína de maíz hasta el 45%, da como resultado la reducción de los parámetros productivos en broilers, no obstante el mismo estudio indica que cuando la sustitución de torta de soya por concentrado de maíz es del 15% los parámetros productivos mejoran.

Por lo antes expuesto, es necesario desarrollar estudios que permitan evaluar la respuesta productiva en pollos broilers usando diferentes niveles de concentrado proteína de maíz en los primeros estadios de vida de las aves.

1.2 Justificación

La industria avícola es una de las actividades de mayor desarrollo a nivel mundial, pues este tipo de producción, provee a la población humana de alimentos de alto valor nutritivo especialmente en forma de carne. Para el año 2013, en Ecuador, se proyectó una producción de 230 millones de pollos de engorde y un consumo per cápita de 35kg/persona/año (CONAVE, 2013).

Para cumplir con estas demandas, la industria se ha valido de los avances genéticos que han disminuido el tiempo de desarrollo de las aves. Sin embargo, el factor nutrición se vuelve esencial, pues los pollos broilers necesitan ser alimentados con dietas que cubran sus requerimientos nutricionales, de otra manera no alcanzarán su rendimiento genético (Cobb-Vantress, Inc, 2012).

Varios estudios demuestran que las prácticas de nutrición que se realicen durante los primeros días de vida de los pollitos, afectan específicamente en el desarrollo del sistema digestivo e inmune y estos efectos se mantendrán hasta la edad de faenamiento (Henríquez, 2008).

Por estos motivos la investigación estuvo enfocada en optimizar el desempeño productivo de broilers usando diferentes niveles de concentrado de proteína de maíz dentro de las primeras fases de producción.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Evaluar el uso de cuatro niveles (2,5%; 5.0%; 7,5%; 10%) de concentrado de proteína de maíz, sobre el desempeño productivo y características de la carcasa en pollos broiler criados en zonas de altura.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Evaluar los parámetros zootécnicos de pollos broilers alimentados con cuatro diferentes niveles de inclusión de concentrado de proteína de maíz.
- Evaluar el consumo y retención de nitrógeno de las aves a los 14 días de edad.
- Valorar el paquete visceral a los 14, 28 y 46 días.
- Evaluar las características de la carcasa (rendimiento a la canal y rendimiento de pechuga).
- Determinar el nivel óptimo de uso de concentrado de proteína de maíz.
- Establecer los costos de alimentación y su rentabilidad.

1.4 Hipótesis

Ho: El uso de diferentes niveles de concentrado de proteína de maíz no afecta el desempeño productivo ni características de la carcasa de pollos broilers criados en zonas de altura.

Hi: El uso de diferentes niveles de concentrado de proteína de maíz afecta el desempeño productivo y características de la carcasa de pollos broilers criados en zonas de altura.

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Industria avícola

La producción avícola en los últimos tiempos se ha expandido fuertemente por el mundo entero (Farrel, 2013). En el 2014, la carne de ave a nivel mundial tuvo una producción de 111 millones de toneladas, y se pronosticó que para el 2016 la producción subiría a 116.2 millones de toneladas, siendo el segundo tipo de carne más explotada mundialmente después de la del cerdo. Para el 2011 el consumo per cápita a nivel mundial fue de 14.4 Kg/persona/año (FAO, 2016).

La actividad avícola en el Ecuador ha crecido en un 400% durante los últimos 25 años (Ramirez, 2011) para el 2013 se proyectó una producción de 230 millones de pollos de engorde y un consumo per cápita de 35 kg (CONAVE, 2013).

La carne de pollo es altamente nutritiva, ya que posee proteína de alta calidad, fósforo, calcio, potasio, vitaminas, entre otros componentes necesarios en la nutrición humana; a más de esto, esta carne tiene menor cantidad de grasa y es menos costosa en comparación a otras, como la bovina y porcina; siendo así una excelente opción para cubrir las necesidades de proteína en países que viven en la pobreza (Farrel, 2013; Friedman & Weil, 2010)

2.2 Generalidades

2.2.1 Pollo broiler

Broiler se refiere a un pollo desarrollado especialmente para la producción de carne, de rápido crecimiento y una eficaz conversión alimenticia, adecuado para criar un gran número de animales en confinamiento (Polson & Fanatico, 2002).

2.2.2 Origen

Las líneas de pollos broilers están basadas en cruces híbridos entre Cornish White, New Hampshire y White Plymouth Rock. Manejando líneas puras se ha podido llegar al pollo que se tiene en estos momentos logrando así aves con exuberantes pechugas y grandes extremidades inferiores (Aviagen, 2009).

2.2.3 Línea broiler Cobb 500

La línea Cobb 500 se ha ido perfeccionando a lo largo del tiempo, un ejemplo de esto es su tasa de conversión alimenticia (CA) que paso de 2.40 en 1980 a 1.78 para el 2012; así mismo su rendimiento pasó del 64% al 74% para 1980 y 2012 respectivamente, las características que ofrece esta línea son (Cobb-Vantress, Inc, 2013):

- Menor tasa de conversión alimenticia
- Mejor tasa de crecimiento
- Capacidad de desarrollarse adecuadamente con dietas de baja densidad
- Uniformidad al momento de la faena
- Menor costo por kilo de peso vivo

A más de esto, según un estudio realizado en Colombia: la línea Cobb 500 tuvo mejores pesos finales y mejor conversión alimenticia frente a la línea Ross 308 (Rosero, Guzmán, & López, 2012).

2.3 Requerimientos nutricionales en pollos de engorde COBB 500

2.3.1 Agua

En la producción de pollos broilers al igual que en cualquier explotación animal, el agua es de los ingredientes más importantes para los animales; el dotar a los pollitos de agua limpia, fresca, de calidad y en cantidad suficiente es fundamental en la producción avícola. Caso contrario el consumo de alimento y el rendimiento de los pollos se verá reducido (Penz, 2011; Cobb-Vantress, Inc, 2012).

El consumo de agua se ve afectado por varios factores externos tales como: temperatura, humedad relativa, composición de la dieta y tasa de ganancia de peso; la disminución del consumo de agua es un indicador para revisar lo antes mencionado (Bellostas, 2009; Cobb-Vantress, Inc, 2012).

Otros factores propios del agua, también pueden contribuir a un menor consumo y afectar la salud del pollito. La composición microbiológica y propiedades físico químicas del agua, son características determinantes para alcanzar los objetivos de rendimiento en una explotación avícola (Tabla 1) (Rubio, 2005).

Tabla 1
Estándares de calidad de agua para aves de corral

Contaminante, mineral o ion	Nivel considerado promedio	Nivel máximo aceptable
Bacterias totales, UFC/ml	0.0	100.0
Bacterias coliformes, UFC/ml	0.0	50.0
Ph	6.8 - 7.5	6.0 - 8.0
Total dureza, ppm	60.0 – 180.0	110.0
Elementos naturales, mg/L		
Calcio(Ca)	60.0	
Cloro (Cl)	14.0	250.0
Cobre (Cu)	0.002	0.6
Hierro (Fe)	0.2	0.3
Plomo (Pb)	0.0	0.02
Magnesio (Mg)	14.0	125.0
Nitratos	10.0	25.0
Sulfatos	125.0	250.0
Zinc (Zn)		1.5
Sodio (Na)	32.0	20.0

UFC: unidades formadoras de colonia; ml: mililitros; pH: potencial de hidrogeno; ppm partes por millón; mg: miligramos; L: litros

Fuente: Muirthead, Sarah, Good, 1995; citado por Cobb-Vantress, Inc (2012)

El alimento se debe formular de tal modo que aporte el balance correcto de: energía, proteína y aminoácidos, vitaminas, ácidos grasos esenciales y minerales, esto facilitará obtener un óptimo rendimiento y crecimiento (Aviagen, 2009).

2.3.2 Energía

De acuerdo a Aviagen (2009) para determinar las necesidades de energía del pollo se debe tener muy presente las condiciones ambientales y de mantenimiento. Así mismo es importante considerar el uso de energía metabolizable específica en la formulación de dietas, esto con el fin de disminuir el uso de materias primas menos digestibles. La energía metabolizable de las grasas es baja en pollos jóvenes en comparación de animales adultos.

2.3.3 Proteína

La proteína es un compuesto que ayuda a formar piel, músculo, tendones, uñas y otras partes del cuerpo del animal; las proteínas están formadas por aminoácidos, que para el caso de las aves se sabe que, 22 aminoácidos están presentes en la carne de pollo (Vaca, 1991).

2.3.3.1 Proteína ideal

La proteína ideal se relaciona con un concepto de nutrición de precisión para el ave de corral. Este criterio de proteína ideal consiste en un equilibrio exacto de los aminoácidos esenciales con la utilización de proporciones de lisina, aminoácido usado como referencia (Emmert & Baker, 1997).

La adecuada formulación de proteína ideal se debe realizar en base a aminoácidos digestibles, de esta manera se llegará a las exigencias de lisina y el perfil de proteína ideal adecuado en cada etapa de desarrollo del ave. Con este concepto se busca satisfacer los mínimos exigidos para los aminoácidos limitantes: metionina+cistina, treonina, valina, isoleucina, triptofano, histidina, leucina y fenilalanina+tirosina (Sá, Nogueira, Goulart, & Perazzo, 2012)

En la Tabla 2 se describe la relación aminoácido – lisina utilizada para estimar los requerimientos de aminoácidos en pollos de engorde.

Tabla 2
Relación aminoácido/lisina utilizada para estimar los requerimientos de aminoácidos de pollos de engorde

Aminoácidos		Fases			
		Pre inicial-inicial 1-21 días		Crecimiento-final 22-56 días	
		Dig.	Total	Dig.	Total
Lisina	%	100	100	100	100
Metionina	%	41	41	41	41
Metionina + cistina	%	74	74	74	74
Treonina	%	66	69	66	69
Triptófano	%	18	18	18	18
Arginina	%	107	105	107	105
Glicina + Serina	%	147	150	134	137
Valina	%	77	79	77	79
Isoleucina	%	67	64	68	68
Leucina	%	107	107	108	108
Histidina	%	37	37	37	37
Fenilalanina	%	63	63	63	63
Fenilalanina + Tirosina	%	115	115	115	115

Dig: Digestible; %: porcentaje

Fuente: Rostagno, Teixeira, Lopes, Gomes, De Oliveira, Lopes, & Frederico (2017)

El uso exitoso de la proteína ideal dependerá de las actualizaciones que se realicen en cuanto a la lisina y su relación con los aminoácidos, ya que constantemente se está mejorando en la genética de los animales. A más de mejorar el rendimiento de las aves en cuanto a producción, también se ve mejorado el aspecto medioambiental, dado que se observa una menor excreción de nitrógeno por parte del animal (Sá, et al., 2012).

2.3.3.2 Aminoácidos esenciales

Este término hace referencia a que el organismo del animal no puede sintetizar por si solo el aminoácido necesario, razón por la cual debe ser suplementado en las dieta, las necesidades de aminoácidos en pollos de engorde se muestra en la Tabla 3.

Metionina – Cistina: La metionina interviene en la síntesis de proteína, es donadora de radicales metil y a partir de esta se sintetiza la cistina, dado

que, en ingredientes muy usados como maíz y torta de soya este aminoácido no se encuentra en suficientes cantidades, por lo cual se dice que es un aminoácido limitante (Warnick & Anderson, 1968).

Lisina: Este aminoácido interviene en el mantenimiento, crecimiento y producción de las aves, actúa principalmente en la síntesis de proteína muscular. La lisina es usada como aminoácido de referencia para determinar el perfil de proteína ideal, es decir en base a la lisina se determinará la necesidad de los demás aminoácidos esenciales (Leclecq, 1998; Sá, et al., 2012).

Treonina: Es un aminoácido necesario para la formación de proteína, se encuentra principalmente en altas concentraciones en el musculo, corazón y sistema nervioso central; es necesario en la formación de proteína y el mantenimiento del “turn over” proteico corporal; adicionalmente interviene en la formación de colágeno y elastina, siendo también precursora de la glicina y la cerina (Sá, et al., 2012).

Valina – Isoleucina: Es responsable de la estructura tridimensional de las proteínas. Su deficiencia disminuye la tasa de crecimiento, conversión alimenticia y se ve reducido los niveles de proteína en la sangre (D Melo, 1944, citado por Sá, et al., 2012), de acuerdo a este mismo autor, la valina interviene en la formación y deposición de la proteína corporal. Por su limitada cantidad en ingredientes típicos como maíz y soya, generalmente la valina es el cuarto aminoácido limitante.

Arginina: Actúa como sustrato para la síntesis de óxido nítrico que participa como modulador del sistema inmune de las aves.

Triptófano: Está involucrado en el comportamiento, apetito y la actividad gástrica, además de la acumulación del tejido magro.

Tabla 3
Requerimientos de aminoácidos esenciales para pollos de engorde

Etapas		Inicio	Crecimiento	Finalización 1	Finalización 2
Edad en días		0 a 10	11 a 22	23 a 42	43 +
Lisina	%	1.18	1.05	0.95	0.9
Metionina	%	0.45	0.42	0.39	0.37
Met + Cis	%	0.88	0.8	0.74	0.7
Trereonina	%	0.77	0.69	0.65	0.61
Triptofano	%	0.18	0.17	0.17	0.16
Arginina	%	1.24	1.1	1.03	0.97
Valina	%	0.89	0.81	0.73	0.69

#: porcentaje

Fuente: Mora (2007), Cobb-Vantress, Inc (2012).

2.3.3.3 Aminoácidos no esenciales

Contrario a los aminoácidos esenciales, estos pueden ser sintetizados por el organismo del animal y son: serina, alanina, glicina, prolina, cisteína, cistina, taurina, ácido glutámico, ácido aspártico (Mora, 2007).

2.3.4 Fibra dietética

Se considera como fibra dietética las paredes celulares de las plantas que principalmente están compuestas por: celulosa, hemicelulosa, pectina, lignina y gomas; estos son resistentes a la actividad enzimática del intestino delgado de monogástricos (Azcona, 2013; Escudero & Gonzáles, 2006).

Los efectos de la fibra dietética en la digestión se ven reflejados en el consumo voluntario, secreciones digestivas y absorción en el tracto intestinal, y en el metabolismo lipídico de monogástricos; en las aves, la presencia de fibra en la dieta produce un incremento en el consumo de pienso, disminuye la velocidad del tránsito gastrointestinal, produce un alargamiento de los ciegos, al igual que el incremento del peso del hígado, riñón y segmentos vacíos del tracto gastrointestinal (Savón, 2002).

De acuerdo a Savón (2002) se ha observado el aumento de bacterias celulolíticas en el intestino, determinando que la cantidad de microorganismos celulolíticos es directamente proporcional a la cantidad de fibra en la dieta. Altos niveles de fibra en la dieta de aves reduce la

absorción de colesterol y de lípidos a nivel intestinal.

2.3.5 Macrominerales

De acuerdo al suplemento de nutrición de pollo de engorde dado por Aviagen (2009) los macrominerales para pollos de engorde se describen a continuación:

Calcio: importante para el crecimiento, desarrollo de huesos, eficiencia alimenticia; salud de las piernas, el sistema inmune y la función nerviosa.

Fósforo: este macronutriente es importante para el desarrollo de una adecuada estructura ósea y óptimo crecimiento. El uso de fitasas aumenta el contenido de fósforo disponible en los ingredientes de origen vegetal, aumentando el rendimiento del pollo y disponibilidad de otros minerales.

Magnesio: por lo general este mineral es solventado por los ingredientes, así que no es necesario su suplementación. Excesos de magnesio son causa de diarreas en un porcentaje inferiores a 0.5.

Sodio, potasio y cloro: minerales necesarios para el cumplimiento de diversas funciones metabólicas, en el caso de haber excesos el pollo consumirá mayor cantidad de agua y deteriorará la cama, por otro lado, con carencias se verá afectado el consumo de alimento, el crecimiento y el pH de la sangre. El balance electrolítico de los alimentos debe ser calculado, niveles de potasio de 0.85% y niveles recomendados de sodio y cloro se obtendrá un balance electrolítico de aproximadamente 220 a 230 mEq/kg, siendo esto recomendable.

Los requerimientos minerales en pollos de engorde se muestran en la Tabla 4:

Tabla 4

Requerimientos de minerales para pollos de engorde

Etapas		Inicio	Crecimiento	Finalización 1	Finalización 2
Edad en días		0 a 10	11 a 22	23 a 42	43 +
Calcio	%	0.90	0.84	0.76	0.76
Fósforo disponible	%	0.45	0.42	0.38	0.38
Potasio	%	0.78	0.73	0.70	0.70
Sodio	%	0.20	0.20	0.19	0.19
Cloro	%	0.26	0.26	0.25	0.25

%; porcentaje

Fuente: Cobb-Vantress, Inc (2012)

2.3.6 Microminerales

Estos son necesarios en todas las funciones metabólicas; los minerales de origen orgánico tienen mayor disponibilidad, al mejorar niveles de zinc y selenio se ha evidenciado una mejora en el emplumaje, la salud de las patas y la respuesta inmunológica de las aves (Aviagen, 2009).

2.3.7 Vitaminas

Están encargadas de regular el funcionamiento del tejido y órganos de los animales, a pesar de que su uso es en pequeñas cantidades su deficiencia o ausencia provoca problemas fisiológicos seguidos por enfermedades. Un punto muy importante a tomar en cuenta al momento de preparar una dieta, es el considerar si las vitaminas son hidrosolubles o liposolubles, de otra manera no tendrán un vehículo adecuado para llegar al animal y se perderán (Vaca, 1991).

2.3.7.1 Vitaminas liposolubles (Vaca, 1991):

Vitamina A: previene infecciones en mucosas y contribuye a la salud de la piel. Su deficiencia provoca un desarrollo retardado en las aves.

Vitamina D: está íntimamente relacionado con el fósforo y el calcio, así que influye sobre la formación de tejido óseo, su deficiencia provoca raquitismo en las aves jóvenes.

Vitamina E: su importancia radica sobre todo en la reproducción y en la formación de embriones, su escasez provoca problemas nerviosos e incoordinación muscular, al ser un antioxidante natural, ayuda a la conservación de la vitamina A.

Vitamina K: Es responsable de la coagulación de la sangre, su deficiencia puede provocar hemorragias a nivel de músculo en pechuga, alas y patas.

2.3.7.2 Vitaminas hidrosolubles (Vaca, 1991):

Vitamina C: ayuda a mantener sana la mucosa de boca y vías respiratorias, posee propiedades anti-infecciosas y contribuye al buen desarrollo del cuerpo. El animal es capaz de sintetizarla.

Complejo de vitaminas B: estas vitaminas en general sirven para el crecimiento del organismo de las aves. En este grupo se encuentran: colina, tiamina, riboflabina, cobalamina y piridoxina.

Niacina: interviene en el desarrollo del plumaje de las aves y en el funcionamiento del sistema nervioso.

Ácido pantoténico: promueve el crecimiento y buen funcionamiento del sistema nervioso e interviene en la formación de plumas en aves.

Biotina: las aves tienen la capacidad de sintetizarla en su intestino, es importante para un rápido desarrollo en engorde.

Ácido fólico: necesario en el crecimiento de células, evita anemia y el mal desarrollo del plumaje.

Los requerimientos vitamínicos para pollos de engorde se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5
Requerimientos vitamínicos para pollos de engorde

Vitamina	1-10 días	11-24 días	25 días –hasta la venta
A, UI	12000-15000	10000-12500	10000-12000
D ₃ , UI	4000-5000	4000-5000	4000-5000
E, mg	150-200	50-100	50-100
K, mg	3-4	3-4	3-4
B ₁ , mg	3-4	2-3	2-3
B ₂ , mg	8-10	7-9	6-8
B ₆ , mg	4-6	4-6	4-6
B ₁₂ , mg	0.020-0.040	0.020-0.030	0.020-0.030
Niacina, mg	60-80	60-80	50-80
Ácido pantoténico, mg	15-20	12-18	10-15
Ácido fólico, mg	2-2.5	2-2.5	2-2.5
Biotina, mg	0.25-0.40	0.25-0.40	0.25-0.40
Vitamina C, mg	100-200	100-200	100-200
Colina, mg	400-700	400-700	400-600
250 HD ₃ (Hy*D) ¹ , mg	0.069	0.069	0.069

UI: unidades internacionales; mg; miligramos

¹ Los límites legales locales deben ser observados.

Fuente: DSM Nutricional Products Ltd (2016).

Los requerimientos nutricionales en pollos de engorde para sus diferentes etapas de desarrollo, se detalla a continuación en la Tabla 6 (de acuerdo a diferentes autores):

Tabla 6
Requerimientos nutricionales en pollos de engorde

Nutrición de pollos de engorde / Especificaciones mínimas recomendadas										
Unidades		Tablas Brasileñas					Cobb500			
Etapas		1 a	8 a	22 a	34 a	43 a	Inicio	Crec.	Fin. 1	Fin. 2
Edad en días		7	21	33	42	46	0 a 10	11 a 22	23 a 42	43 +
Nutrientes										
Energía metabolizable	Kcal/kg	3000	3100	3200	3250	3300	3035	3108	3180	3203
Proteína cruda	%	22.5	21.93	20.45	17.67	16.01	21.5	19.50	18.50	17.50
Calcio	%	1.01	0.91	0.82	0.66	0.58	0.9	0.84	0.76	0.76
Fosforo disponible	%	0.48	0.43	0.38	0.31	0.27	0.45	0.42	0.38	0.38
Potasio	%	0.60	0.61	0.61	0.60	0.60	0.78	0.73	0.7	0.7
Sodio	%	0.23	0.22	0.21	0.20	0.20	0.2	0.2	0.19	0.19
Cloro	%	0.20	0.20	0.19	0.18	0.17	0.26	0.26	0.25	0.25
Ácido linoleico	%	1.10	1.09	1.07	1.04	1.03	1.00	1.00	1.00	1.00
Aminoácido digestible										
Lisina	%	1.36	1.31	1.24	1.07	0.98	1.18	1.05	0.95	0.9
Metionina	%	0.55	0.54	0.51	0.44	0.40	0.45	0.42	0.39	0.37
Met + Cis	%	0.99	0.97	0.91	0.79	0.72	0.88	0.8	0.74	0.7
Treonina	%	0.88	0.86	0.82	0.70	0.64	0.77	0.69	0.65	0.61
Triptofano	%	0.24	0.24	0.22	0.19	0.17	0.18	0.17	0.17	0.16
Arginina	%	1.43	1.40	1.32	1.14	1.04	1.24	1.10	1.03	0.97
Glis + Ser	%	1.97	1.92	1.66	1.43	1.30				
Valina	%	1.03	1.01	0.95	0.82	0.75	0.89	0.81	0.73	0.69
Isoleucina	%	0.90	0.88	0.84	0.73	0.66				
Leucina	%	1.43	1.40	1.33	1.15	1.04				
Histidina	%	0.50	0.48	0.46	0.40	0.36				
Fenilalanina	%	0.84	0.82	0.78	0.67	0.61				
Fenilalanina + Tirosina	%	1.54	1.50	1.42	1.23	1.11				

% porcentaje; Crec crecimiento; Fin finalización; Kcal: kilocalorías; Kg: kilogramos; Met: metionita; Cis: cistina; Glis: glicina; Ser: serina

Fuente: Cobb-Vantress, Inc (2012); Rostagno, et al. (2017).

2.4 Requerimientos medioambientales

El mantener a los pollitos en un ambiente óptimo, repercutirá en el rendimiento del animal, no solo a nivel productivo sino también sanitario.

2.4.1 Temperatura

El pollito posee un deficiente sistema termorregulador, es a los 14 días que puede termo regular eficientemente su temperatura corporal. Una adecuada práctica de manejo es el mantener la temperatura corporal del pollito, de modo que este no gaste energía para conservar dicha temperatura (Cobb-Vantress, Inc, 2012; Fairchild, 2012). Las temperaturas fuera del rango de comodidad (Tabla 7) del pollito son causa de estrés, lo que repercutirá en el rendimiento final negativamente y en la sanidad del animal (Fairchild, 2012).

Tabla 7
Guía de temperaturas recomendadas en crianza de pollos broilers

Edad en días	Temperatura recomendada °C
0	33
7	30
14	27
21	24
28	21
35	19
42	18

°C: grados centígrados

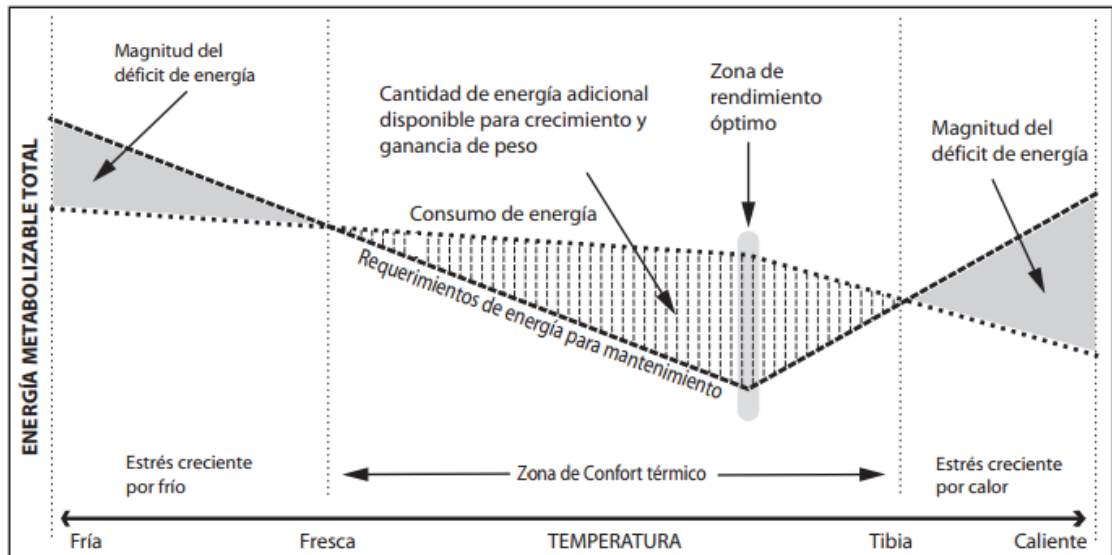
Fuente: Cobb-Vantress, Inc (2012).

2.4.2 Zona de confort térmica

Se trata de un “rango estrecho de confort en el que la temperatura es ideal para lograr el objetivo de rendimiento” (Donald, 2009). Es decir, si la temperatura se encuentra por debajo de la llamada zona de confort térmica el ave consumirá más alimento para mantener su cuerpo caliente; si por el contrario, la temperatura está por encima de la ideal el ave limitara el consumo del alimento, evitando así la producción de calor. En la Figura 1 se muestra un esquema de la zona de confort térmica.

La zona de confort térmica está influenciada por la temperatura ambiental, humedad relativa, ventilación, temperatura de la cama y temperatura de las paredes (Bellés, 2017); por lo tanto se debe cuidar todos

estos factores ya que no se trata solo de la temperatura ambiental, si no, de la temperatura que percibe el pollito.



Fuente: Donald (2009).

Figura 1 Zonas de temperaturas para rendimiento óptimo

2.4.3 Calidad del aire

La calidad del aire se controla mediante sistemas de ventilación, este es un aspecto a tomar en cuenta, una adecuada ventilación evita acumulaciones de dióxido de carbono, amoníaco y otros gases, humedad, polvo y olores (Fairchild, 2012). Los pollitos bebe resultan más susceptibles frente a una mala calidad de aire en comparación a los pollos de más edad, afectando su rendimiento final, se recomienda que los niveles de amoníaco estén bajo los 10 ppm (Cobb-Vantress, Inc, 2012).

En la Tabla 8 se muestra las características que debe poseer un aire de calidad.

Tabla 8
Guía para calidad de aire

Oxígeno, %	≥ 19.6
Dióxido de Carbono, ppm	< 3000.0
Monóxido de Carbono, ppm	< 10.0
Amoniaco, ppm	< 10.0
Humedad relativa, %	45.0 a 65
Polvo respirable, mg/m ³	< 3.4

%; porcentaje; ppm: partes por millón; mg: miligramo; m³: metro cúbico

Fuente: Cobb-vantress (2012)

2.4.4 Humedad relativa

La temperatura está estrechamente relacionada con la humedad (Tabla 9), la humedad incide en la capacidad del animal para enfriarse mediante el jadeo y está relacionada con la producción de amoniaco. Los niveles altos de amoniaco inciden negativamente en la tasa de crecimiento de los animales, esto se puede controlar con humedades relativas menores a 70% y ventilación (Fairchild, 2012).

Tabla 9
Guía de humedad relativa recomendada para pollos de engorde

Edad en días	% de humedad relativa
0	30-50
7	40-60
14	40-60
21	40-60
28	50-70
35	50-70
42	50-70

%; porcentaje

Fuente: Cobb-Vantress, Inc (2012).

2.4.5 Luz

La luz es un factor importante en la crianza de los pollitos, estos tienen una mayor actividad cuando la intensidad de la luz es alta, lo cual les ayudara a conseguir alimento y agua, y a fomentar su actividad. Durante los

primeros 5 a 7 días se debe estimular a las aves con iluminación, de esta manera su consumo de alimento, desarrollo del sistema inmune y digestivo será óptimo (Cobb-Vantress, Inc, 2012; Fairchild, 2012).

Es recomendable que durante el primer día de vida se le dé al pollito 24 horas de iluminación (Tabla 10), con el fin de garantizar su alimentación. Al segundo día se apagaran las luces para determinar una hora fija de apagado (Cobb-Vantress, Inc, 2012).

Tabla 10
Programa de iluminación para pollos de engorde

Item	Horas de oscuridad	Horas de cambio
0 días	0	0
1 día	1	1
100-160 g	6	5
Cinco días antes del lucro	5	1
Cuatro días antes del lucro	4	1
Tres días antes del lucro	3	1
Dos días antes del lucro	2	1
Un día antes del lucro	1	1

g : gramos

Fuente: Cobb-Vantress, Inc (2012).

2.5 Concentrado de proteína de maíz (CPM): Empyreal 75

Empyreal 75 “es una fuente natural de proteína de maíz de gran pureza, sin ningún conservante artificial”. Entre sus características está ser antioxidante, altamente digestible, de bajo contenido de cenizas y muy rico en nutrientes (Tabla 11) (Cargill Inc, 2008).

Khalaji, et al. (2015), realizaron un estudio de sustitución de harina de soya por CPM en pollos broilers línea Ross 308; los remplazos fueron de 15, 30 y 45% en la dieta. En este experimento se midió el consumo de alimento (7, 21 y 42 días), pesos (semanalmente), conversión alimenticia; características de la sangre, peso y longitud de órganos, morfología ileal, población de coliformes cecales y salmonela a los 42 días; y digestibilidad aparente.

En la sustitución de 30 y 45% de CPM se vieron afectados los pesos y la conversión alimenticia, estos parámetros se presentaron mejor para el grupo control en el acumulado de 1 a 42 días. En cambio para el consumo de alimento en este periodo no hubo estadísticamente diferencias entre tratamientos. Para el 15% de CPM, el peso y la conversión alimenticia se presentaron mejor que el grupo control. Las características de la sangre no se vieron afectadas significativamente al sustituir harina de soya por CPM en la dieta de broilers (Khalaji, et al., 2015).

Khalaji, et al. (2015) concluyen que el CPM afecta negativamente el rendimiento del pollo de engorde, por lo que no recomienda como una alternativa adecuada para sustituir la harina de soya en las dietas comerciales.

Tabla 11
Ficha técnica del concentrado de proteína de maíz

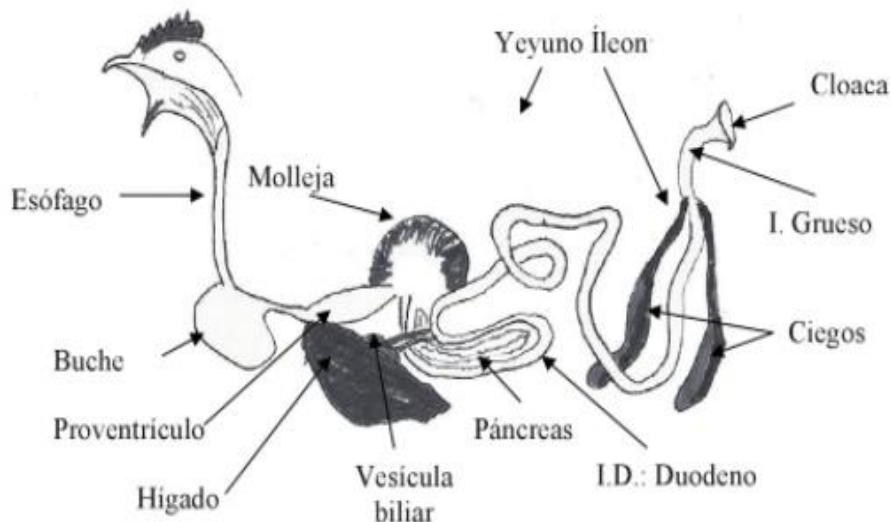
Análisis Típico Base As-Is					
Proteína	%	75.6		Ceniza	% 1,3
Hidrolisis de ácidos Grasos	%	4.7		Almidón/Carbohidratos	% 0.5/5.3
Fibra Bruta	%	0.7		Densidad	Kg/L 0.66
Fibra dietética total	%	5.0		Xantofilas	mg/Kg 287
Humedad	%	10.0		Acid. Linoleico	% 2.55
Información Nutricional					
Energía metabolizable	Kcal/Kg Calculada	3315			
Contenido de aminoácidos			Vitaminas		
Contenido	TCO	% PB	Vitamina A (retinol)	mg/Kg	134.00
Alanina	617	8.16	Betacarotenos	mg/Kg	13.10
Arginina	2.28	3.02	Colina	mg/Kg	190.00
Ácido Aspártico	4.24	5.62	Niacina	mg/Kg	46.90
Cisteína	1.15	1.52	Ácido pantoténico	mg/Kg	1.88
Ácido Glutámico	15.29	20.26	Piroxidina (B6)	mg/Kg	5.45
Glicina	1.79	2.37	Riboflavina (B2)	mg/Kg	2.73
Histidina	1.55	2.06	Tiamina (B1)	mg/Kg	0.41
Isoleucina	3.06	4.06	Biotina	mg/Kg	0.18
Leucina	12.63	16.73	Inositol	mg/Kg	1604
Lisina	1.08	1.43	Minerales		
Metionina	1.64	2.16	Calcio	%	0.05
Fenilalanina	4.65	6.16	Potasio	%	0.26
Prolina	6.68	8.84	Fosforo	%	0.24
Serina	3.47	4.6	Magnesio	%	0.05
Treonina	2.25	2.98	Cloruro	%	0.29
Triptófano	0.32	0.42	Azufre	%	1.04
Tirosina	3.95	5.24	Sodio	%	0.25
Valina	3.36	4.45	Hierro	ppm	73.60
			Zinc	ppm	47.90
			Manganeso	ppm	4.30
			Cobre	ppm	11.10
			Molibdeno	ppm	1.03
			Selenio	ppm	1.97
			Yodo		< 5.00

As Is: tal como está; %: porcentaje, PB: proteína bruta; mg: miligramo; kg: kilogramo; ppm: partes por millón; L: litro; kcal: kilocaloría
Fuente: Cargill Inc (2008).

2.6 Fisiología de las aves

2.6.1 Fisiología digestiva

El aparato digestivo de las aves está formado por un conducto denominado tubo digestivo, donde se encuentran diferentes glándulas que segregan las sustancias necesarias para la digestión de los alimentos. De acuerdo a Rodríguez (2005) el sistema digestivo del ave está constituido por los siguientes órganos: boca, esófago, buche, proventrículo molleja, hígado, bazo, páncreas, estómago, intestino delgado, ciego e intestino grueso (Figura 2).



Fuente: Asensio(2009)

Figura 2 Aparato digestivo de las aves

Boca: la boca de las aves carece de dientes, es el órgano utilizado para la prensión y de los alimentos que junto con la saliva y su acción enzimática forman el bolo alimenticio el cual por gravedad pasa al esófago (Rodríguez, 2005; Asensio, 2009).

Esófago: se sitúa junto a la tráquea, al final de este tubo hay una pequeño acúmulo de tejido linfóide llamado bucho, el cual actúa como reservorio de alimento (Cano, 2010).

Buche: es el órgano por donde pasa el bolo alimenticio absorbe ácidos grasos y glucosa, además forma parte de la fermentación microbiana por lo que actúa en una pequeña parte de la digestión. El alimento se ablanda por efecto de la ptilina de la saliva, aquí también se producen contracciones que empujan el alimento hacia el proventrículo (Vaca, 1991; Asensio, 2009).

Proventrículo: llamado también estómago glandular o verdadero, es de forma ovoide alargada, posee glándulas en su pared interna que producen jugo gástrico compuesto por ácido clorhídrico y pepsinógeno, los cuales entran en contacto con el bolo alimenticio y ayudan en la digestión de las proteínas (Vaca, 1991; Asensio, 2009; Cano, 2010).

Molleja o estómago muscular: es un órgano formado por dos músculos que al unirse forman un órgano esferoide y aplanado, al interior, la mucosa está cubierta por glándulas que segregan sustancias que se solidifican y forman una cubierta que adquiere dureza. La función de la molleja es la mezcla y molienda del alimento por contracciones de la masa muscular. En producciones intensivas las partículas de carbonato de calcio de las dietas puede ayudar en la rotura de los granos consumidos por las aves (Vaca, 1991; Asensio, 2009).

Páncreas: en la digestión actúa como productor de enzimas como el Tripsinógeno que se activa en el intestino delgado por una enzima llamada enteroquinasa, la cual se crea en la mucosa intestinal. A partir de esto, la tripsina activa el quimo-tripsinógeno (Asensio, 2009), estas enzimas que se producen en el páncreas se involucran principalmente en la digestión de proteínas ya que pueden realizar proteólisis (Jacob & Pescatore, 2013).

Hígado: interviene en los mecanismos de metabolismo de los nutrientes, producción de proteínas, almacenamiento de glucosa y vitaminas, detoxicación, secreción de bilis, activación de tiroxina e inactivación de hormonas (Asensio, 2009).

La bilis se produce de manera continua y se almacena en la vesícula, es el resultado de la mezcla de iones sodio y potasio con ácidos biliares. Estas sales son esenciales para la emulsión de los lípidos, formando estructuras fáciles de absorber por el sistema linfático, pero no todas estas sales son absorbidas y por la circulación entero-hepática regresan al hígado. En las aves el volumen de bilis se incrementa cuando las dietas tienen un alto contenido de lípidos (Asensio, 2009).

Intestino delgado: es la región donde se produce la mayor parte de la digestión y absorción de nutrientes (Vaca, 1991), está formado por tres secciones llamadas: duodeno, yeyuno e íleon. Las secreciones endógenas del intestino ayudan a diluir el alimento y neutralizan su acidez, mientras las secreciones del intestino delgado suministran: inmunoglobulinas, agua, moco enzimas e iones bicarbonato que se adhieren a la mucosa intestinal y la protegen contra agentes bacterianos y físicos. La motilidad del intestino se debe a contracciones, movimientos pendulares y peristaltismo que permiten que el alimento se mezcle y avance a través del intestino (Asensio, 2009).

Al cortar transversalmente la pared del intestino se observan las siguientes estructuras: serosa, músculos longitudinales, músculos circulares, submucosa, mucosa muscular, criptas, lámina propia y enterocitos. Los enterocitos están formados por una lámina propia de los capilares sanguíneos y linfáticos, membrana basal, espacios intercelulares, microvellosidades y una capa acuosa inmóvil (Asensio, 2009).

Las vellosidades del intestino tienen tres tipos de células: enterocitos, caliciformes y enterocromafines. En los enterocitos se encuentran microvellosidades y criptas de Lieberkuhn. Las microvellosidades cuentan con una cubierta de glucoproteínas que actúan en la fase mucosa de la digestión y en el transporte del producto final al citoplasma de los enterocitos desde la luz intestinal. Las criptas de Lieberkuhn presentan división celular en sus bases y se encuentran entre las vellosidades (Asensio, 2009).

Los capilares sanguíneos de la mucosa y las vellosidades, al ser muy permeables y por medio de los vasos mesentéricos pequeños drenan hacia la vena portal. Los capilares linfáticos de la mucosa y las vellosidades drenan los productos formados en los enterocitos después de la absorción de los productos finales de los lípidos después de la digestión hacia los vasos linfáticos.

Intestino grueso: es relativamente corto y su función principal es servir como almacén de residuos de la digestión (Vaca, 1991), está formado por los ciegos, el colon, el recto y la cloaca, Los ciegos unen el íleon anterior con el colon el cual es una estructura similar al intestino delgado y es importante en la digestión y absorción. La cloaca es el conducto final y elimina el producto residual de la digestión junto a la orina.

2.6.2 Metabolismo de nutrientes

2.6.2.1 Metabolismo de hidratos de carbono

La digestión y absorción de la mayoría de hidratos de carbono se da en el intestino delgado (Asensio, 2009), específicamente en el duodeno que absorbe altas cantidades de glucosa y otros azúcares. Los cuales se metabolizan a triglicéridos con el fin de obtener energía. Cuando esta cantidad excede las necesidades del animal el exceso de azúcar se transforma en glucógeno hepático y muscular (Universidad de las Palmas de Gran Canaria, 2017).

La glucogénesis es la principal vía metabólica de la glucosa, las reacciones se desarrollan en el citoplasma de las células, oxidan la glucosa con el objetivo de formar piruvato y obtener energía para sintetizar ATP (adenosín trifosfato). Durante la primera fase la glucosa se activa usando dos ATP, la hexosinasa y glucosinasa convierten la glucosa en glucosa 6 -P y durante la segunda fase se da la formación de ATP (Ramírez & Buntinx, 2012).

2.6.2.2 Metabolismo de proteínas

La absorción de las proteínas tiene su inicio en el proventrículo y la molleja donde las proteínas se ponen en contacto con el jugo gástrico (Almirón, 2013). Su absorción se realiza principalmente en el intestino delgado. Las enzimas pancreáticas e intestinales actúan sobre las proteínas y producen aminoácidos y oligopéptidos (Asensio, 2009; Almirón, 2013).

Las oligopeptidasas de la mucosa del glucocáliz de los enterocitos generan una mezcla de aminoácidos, dipéptidos y tripéptidos (Asensio, 2009). Los aminoácidos son absorbidos en el duodeno donde según las necesidades del organismo pueden tener tres diferentes destinos: síntesis de proteínas, desaminación para obtener grasa, glucosa o energía, o pueden ser usados como componentes de hormonas, enzimas u otros productos (Universidad de las Palmas de Gran Canaria, 2017)

Las proteínas son sintetizadas en los ribosomas donde se emplean los L-isómeros de los aminoácidos que pueden provenir del alimento, renovación proteica o movilización muscular. Durante este proceso se pierden mucha energía en forma de extra calor contenida en los aminoácidos, por lo que se estima una eficiencia energética en aves a partir de los aminoácidos absorbidos de 45% (Universidad de las Palmas de Gran Canaria, 2017).

Alrededor del 35% de los aminoácidos absorbidos se desaminan produciendo un cetoácido y un grupo amino. El cetoácido se utiliza para sintetizar aminoácidos no esenciales, producir energía al oxidarse o almacenarse en forma de grasa en los tejidos adiposos. Los grupos amino en las aves son detoxificados por la formación de ácido úrico (Universidad de las Palmas de Gran Canaria, 2017)

Según la Universidad de las Palmas de Gran Canaria (2017), en su guía de estudio sobre el metabolismo de los nutrientes existen varios factores que determinan la intensidad de desaminación de los aminoácidos:

Cuando existe exceso de proteína en el alimento, los aminoácidos se desaminan y se metabolizan en grasa o se oxidan para obtener energía, en el caso de que exista escases de energía o glucosa en el alimento los aminoácidos se desaminan y los cetoácido se oxidan para obtener energía. El déficit de aminoácidos esenciales provoca la interrupción de la síntesis de proteínas y esto genera que los aminoácidos no utilizados se desaminen.

2.6.2.3 Metabolismo de lípidos

Los lípidos son absorbidos en forma de glicerina, ácidos grasos y monoglicéridos en el intestino delgado, principalmente en duodeno y yeyuno y, en menor medida en el íleon. Estos son emulsionados por las sales biliares y actúan junto con las lipasas reducidas en el duodeno formando triglicéridos, ácidos grasos (di glicéridos) y monoglicéridos (ácido grasos libre), que después son absorbidos por la mucosa del intestino delgado por circulación portal (Asensio, 2009; Almirón, 2013).

La síntesis de los ácidos grasos ocurre en el hígado de las aves y se da a partir de la acetil-coA, cuyos precursores son los ácidos grasos volátiles del intestino grueso de las aves que se unen a la glicerina para formar triglicéridos, que son transportados por la sangre al tejido adiposo. La eficacia energética con la que son metabolizados los triglicéridos es del 85% (Universidad de las Palmas de Gran Canaria, 2017).

Los excesos de energía ingerida se almacenan en forma de grasa en el tejido adiposo y tiene como función ser fuente de energía durante periodos donde las aves no ingieren la cantidad suficiente de nutrientes que cumplan con sus necesidades energéticas (Universidad de las Palmas de Gran Canaria, 2017).

2.6.3 Fisiología cardio-respiratoria

2.6.3.1 Sistema respiratorio

El sistema respiratorio en aves es muy eficaz, al ser los pulmones más pequeños en relación al peso vivo hay mayor intercambio de oxígeno por

unidad de tiempo. Al no poseer diafragma los pulmones no se expanden ni contraen al inspirar y respirar (Vaca, 1991).

El sistema respiratorio está compuesto por:

Orificios nasales, son pequeñas aberturas que se comunican con la cavidad faríngea a través de las cavidades nasales pues se encuentran en la base del pico superior. Al fondo de la cavidad oral se encuentra la faringe que continua por la laringe (Vaca, 1991; Asensio, 2009).

La tráquea está formada por tejido cartilaginoso muy rígido en forma de anillos que impide el cierre del canal (Vaca, 1991).

La siringe une la tráquea con los bronquios principales, está formada por tejido cartilaginoso con membranas elásticas que permiten la característica de emitir sonidos a las aves.

Los bronquios, son dos principales llamados eso bronquios, seguidos de cuatro secundarios llamados ventrobronquios que cuando se ramifican dan lugar a los bronquios terciarios llamados parabronquios que se ramifican a su vez en conductos estrechos que se mezclan con los capilares sanguíneos.

Los pulmones, son pequeños y tienen un color sonrojado, se encuentran adosados en ambos lados de la columna vertebral. Están formados por tejido esponjoso con una estructura semirrígida, por lo que no tienen capacidad de ensanchamiento (Asensio, 2009). Cada pulmón se conecta con varios sacos aéreos que se comunican con espacios aéreos minúsculos ubicados en los huesos (Curtis, et al., 2006).

Los sacos aéreos, son compartimentos ubicados en la cavidad torácica y abdominal en forma de bolsas, formados por mucosa serosa muy fina con muy pocos vasos sanguíneos. Su principal función está en la respiración y la eliminación de calor acumulado, en aves acuáticas favorecen la flotación (Asensio, 2009).

El mecanismo de la respiración comienza con la primera inspiración de aire con oxígeno a través de los orificios nasales pasando por la tráquea, siringe y bronquios hasta llegar a los sacos aéreos. Al expirar el aire pasa de los sacos aéreos abdominales a los pulmones para intercambiar gases, al inspirar por segunda vez el aire pasa de los pulmones a los sacos aéreos anteriores y al expirar por segunda vez el aire pasa de estos sacos aéreos a los bronquios y de ahí sale al exterior del cuerpo del ave (Vaca, 1991; Asensio, 2009 Curtis, et al., 2006).

El intercambio eficiente de gases e las aves puede provocar mayor sensibilidad en las aves a condiciones adversas como el clima, humedad, y temperaturas que pueden modificar el ritmo respiratorio.

2.7 Problemas metabólicos

2.7.1 Síndrome ascítico

El síndrome de hipertensión pulmonar es un problema de los pollos de engorde actual, debido al mejoramiento de las líneas genéticas por alcanzar pesos de mercado a corta edad. Está relacionado con el aumento de los procesos metabólicos y el rápido crecimiento, lo que provoca en las aves una acumulación de líquidos en la cavidad abdominal (Dewil et al, 1996; citado por PRONAVÍCOLA, 2017). Este síndrome es diagnosticado en la línea Cobb de manera común entre los 7 y 21 días de edad de los pollitos (Cobb-Vantress, Inc, 2012).

De acuerdo a López, Arce y Ávila (2014) se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones del sistema respiratorio y circulatorio sobre las causas de ascitis:

- Los principales problemas infecciosos que afectan al sistema respiratorio se deben a la sensibilidad de las aves a los factores ambientales.
- Los pollos de engorde tienen 25% menos capacidad de difusión de oxígeno que un gallo silvestre, y pulmones con volumen 20% inferior,

por lo que se considera a sus pulmones poco eficientes. La capacidad cardiopulmonar del pollo funciona cerca de sus límites fisiológicos debido a que los pulmones también crecen en menor proporción que el resto del cuerpo.

- La difícil difusión de oxígeno se debe a alteraciones por presencia de eritrocitos en los capilares aéreos y engrosamiento de la barrera aerohemática.

El principal factor para el síndrome ascítico es la hipoxemia por la intensa actividad cardíaca lo que provoca hipertensión pulmonar y fallo cardíaco, al lado derecho del corazón la vena cava se llena de sangre. Las principales causas de la hipoxia se debe a factores relacionados con la ventilación como: altos niveles de amoníaco, dióxido y monóxido de carbono, y temperaturas bajas relacionadas con elevada altitud. Tratar de conservar la temperatura en zonas frías influye sobre la presencia de síndrome ascítico (López, Arce, & Ávila, 2014).

Con el fin de disminuir la incidencia de ascitis es importante cuidar el manejo sanitario, la ventilación y temperaturas. Además de reducir la velocidad de crecimiento usando programas de luz, dietas que no contengan niveles altos de energía y restricción de alimento.

2.7.2 Síndrome de muerte súbita

Esta enfermedad metabólica se caracteriza por la muerte repentina de aves de engorda de crecimiento rápido, que no muestran etiología alguna (Jordan & Pattinson, 1998 y Comoto, 2000). A pesar de que el síndrome de muerte súbita ya se conoce desde hace años, es en la actualidad que se evidencia en mayor número su presencia, esto, por la genética y gran exigencia a la que se somete en la actualidad a los pollos de engorde; siendo los más afectados los pollos machos (Jordan & Pattinson, 1998).

Las aves que presentan esta enfermedad no muestran síntomas sino hasta unos minutos antes de la muerte como: pérdida del balance, aleteo

violento y convulsiones. De acuerdo a Jordan y Pattison (1998) y Comoto (2000), al practicar una necropsia a los animales muertos se encuentra un hígado pálido con hipertrofia y una vesícula biliar vacía; el corazón en forma de bala, los ventrículos contraídos y aurículas llenas de sangre; pulmones congestionados y puede haber pequeñas hemorragias en hígado y riñones.

Dado que no se encuentran lesiones macroscópicas o histopatológicas se presume de una enfermedad metabólica, donde un desequilibrio de electrolitos o metabolitos provoca fibrilación ventricular (Jordan & Pattinson, 1998).

La manera de controlar esta enfermedad es el disminuir la ingesta de carbohidratos, implementar un programa de restricción de alimento o largos periodos de oscuridad. El evitar en lo posible molestar a las aves es punto clave para la disminución de la mortalidad a causa de esta enfermedad (Jordan & Pattinson, 1998).

2.8 Parámetros productivos en pollos de engorde

2.8.1 Peso vivo

Peso del animal en un determinado periodo de tiempo.

2.8.2 Consumo de alimento

Cantidad de alimento consumido por un ave en un tiempo determinado.

2.8.3 Ganancia de peso

La ganancia de peso, se define como, el peso final del animal menos peso inicial, en determinado periodo de tiempo.

$$GP = \text{peso final} - \text{peso inicial}$$

2.8.4 Conversión alimenticia (CA)

Indicativo de cuanto alimento necesita consumir un animal para producir 1 kg de peso, y se lo calcula así:

$$CA = \frac{\text{Consumo alimento en promedio}}{\text{Peso promedio}}$$

2.8.5 Eficiencia de la Ganancia Productiva

$$EGP = \frac{\text{Peso promedio}}{\text{Consumo alimento en promedio}}$$

2.8.6 Factor de Eficiencia Europea

Indica si los factores de producción han sido manejados correctamente, se estima que el número esperado para considerarse como un lote eficiente es de 200 caso contrario si es menor, es declara como un mal lote en cuanto a rendimiento (Collantes, et al., 2007).

$$EEF = \frac{\text{Viabilidad} * \text{Peso vivo en Kg}}{\text{Edad en días} * \text{Conversión Alimenticia}} * 100$$

2.8.7 Rendimiento de la carcasa

Este parámetro hace referencia al pollo faenado eviscerado. En el caso del pollo, la carcasa no contempla la sangre, plumas, patas, cabeza, vísceras, cuello, hígado, corazón y molleja; el porcentaje de rendimiento a la canal en el pollo representa de 70 a 72% (Rodríguez S. , 2011).

$$\text{Rendimiento carcasa} = \frac{\text{Peso carcasa}}{\text{peso del ave}} * 100$$

2.8.8 Rendimiento de la pechuga

Pechuga: definido como el musculo pectoral alojados sobre el esternón, se ha determinado que la pechuga deshuesada tiene un rendimiento del 21-22% del peso vivo del animal (Rodríguez S. , 2011).

$$\text{Rendimiento pechuga} = \frac{\text{peso pechuga}}{\text{peso carcasa}} * 100$$

2.8.9 Mortalidad

Porcentaje de animales muertos.

$$\frac{\text{aves iniciales} - \text{aves finales}}{\text{aves iniciales}} * 100 = \% \text{mortalidad}$$

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales

En el presente trabajo de investigación se utilizaron los siguientes materiales, equipos y reactivos.

3.1.1 Materiales

- 769 pollos BB machos de la línea COBB 500
- Viruta de madera
- Boxes de malla anti-pájaros
- Desinfectantes stock (amonio cuaternario, formol 37%, sulfato de cobre, creso, cloro, vinagre)
- Cilindros de gas
- Vacunas stock (contra: Gumboro, Newcastle y Bronquitis infecciosa)
- Vitaminas y electrolitos (vitalizador avícola, laboratorios life)
- Comederos BB
- Bebederos tipo campana
- Sistema de bebederos tipo niple (1 bebedero/4 pollos)
- Comederos tipo tolva
- Fundas ziploc
- Equipo de disección
- Termómetro láser
- Termómetro de máximos y mínimos
- Hojas de registro

3.1.2 Equipos

- Molino Industrial horizontal
- Mezcladora
- Medidor de ORP, pH y Cl
- Balanza digital (Mettler Toledo, Tiger $\pm 0.5g$)
- Balanza electrónica (CAS, EC-II $\pm 0.5g$)

- Balanza digital (Ohaus, Voyager ± 0.1 g)
- Balanza analítica (Mettler Toledo, PG203-S ± 0.001 g)
- Molino Industrial de carne
- Equipo de digestión Kjeldhal
- Equipo de destilación micro-Kjeldhal

3.1.3 Reactivos

- Tableta Kjeldhal
- Ácido sulfúrico concentrado
- Hidróxido de Sodio
- Ácido Bórico
- Ácido Clorhídrico

3.2 Métodos

El presente estudio se efectuó en el galpón experimental del Proyecto Avícola, perteneciente a la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE, a una altura de 2748 msnm.

La metodología empleada en el manejo de investigación, en lo referente a Bienestar Animal, se basó en las recomendaciones dadas por “Guide for the Care and Use of Agricultural Animals in Research and Teaching” (FASS, 2010).

3.2.1 Preparación del galpón

Previo a la recepción de pollitos BB, se realizó la limpieza y desinfección del galpón bajo un protocolo previamente establecido, igualmente se procedió con la preparación del material de cama y pre calentamiento del mismo previo a la llegada de las aves con 15 días de vacío sanitario.

3.2.2 Recepción de pollitos BB

Los pollitos BB fueron recibidos en un galpón previamente ambientado, a una temperatura de 33 grados centígrados, con vitaminas y electrolitos (Vitalizador avícola, laboratorios Life) en el agua de bebida y balanceado en comederos BB.

3.2.3 Alojamiento

En el desarrollo de la investigación se utilizó 769 pollos machos de la línea Cobb 500 de un día de edad, provenientes de una incubadora comercial, con un peso promedio de 42.99 ± 0.45 g. Luego de la llegada, los animales fueron asignados aleatoriamente a 35 unidades experimentales (Boxes de 2 m²), que conforman todos los tratamientos.

Los Boxes en que se alojaron los pollos contaron con una cama de viruta de madera de 0.15 m de espesor y bebederos automáticos tipo niple. La temperatura del galpón fue controlada con criadoras a gas y manejo de cortinas, tomando como guía las recomendaciones del manual de manejo (Cobb-Vantress, Inc, 2012) (Tabla 12) y el comportamiento de las aves. En cuanto a la iluminación: desde el día 1 al 10 se dotó a las aves de 14 horas de luz y a partir del día 11, los animales contaron con 12 h de luz.

Tabla 12
Guía de temperaturas recomendadas en crianza de pollos

Edad en días	Temperatura recomendada °C
0	33
7	30
14	27
21	24
28	21
35	19
42	18

°C: grados centígrados

Fuente: Cobb-vantress, Inc (2012)

La calidad del agua fue controlada con un medidor de ORP, pH y Cloro (Cl) actividad que se realizó una vez cada dos días. Cuando el dispositivo arrojó lecturas inferiores a 650 mV, se trató el agua con hipoclorito de sodio con el objetivo de que la concentración de Cloro sea de 5 ppm en el agua de bebida, por otro lado, al estar el pH superior a 7 se adicionó vinagre de alcohol, a razón de 4 ml/l, para un mejor desempeño del Cl.

Las aves fueron provistas de agua a libre disposición, y alimentadas ad-libitum hasta el día 10 (fraccionando el alimento equitativamente para 3 ocasiones), luego se realizó una restricción alimentaria (6 pm a 7 am) hasta el día 33, a partir de este día, las horas de disponibilidad de alimento fueron aumentando gradualmente, hasta llegar a una alimentación a voluntad, la cual se mantuvo hasta finalizar el experimento.

En cuanto al manejo sanitario, los animales fueron vacunados a través del agua de bebida, con la ayuda de un medicador. Al día 7 para Gumboro (vacuna a virus activo originada en embriones de pollo SPF; frasco de 1000 dosis; laboratorios Boehringer Ingelheim, México, D.F.), Newcastle (vacuna a virus vivo, cepa La Sota; frasco de 1000 dosis, Boehringer Ingelheim) y Bronquitis infecciosa (serotipo Massachusetts; frasco de 1000 dosis, Boehringer Ingelheim); al día 14 para Gumboro; y 21 para Newcastle y Bronquitis Infecciosa, esto según protocolo de vacunación establecido para el Proyecto avícola.

3.2.4 Dietas experimentales

Los animales fueron alimentados con concentrado en polvo iso energético, iso proteico e iso fosfórico, manufacturado en la planta de balanceados de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE.

Cinco dietas experimentales se pusieron a prueba durante la fase inicial de alimentación (hasta el día 14). Las cuales consistían en: Control (Ctrl) 0% de Concentrado de Proteína de Maíz (CPM); 2,5% CPM en la dieta; 5% CPM en la dieta; 7.5% CPM en la dieta; 10% CPM en la dieta (Tabla 13).

Dichas dietas cumplían con los requerimientos nutricionales para pollos Broilers, según NRC, 1994 y Cobb-Vantress, Inc, 2012; Tabla 14.

A partir del día 15 todos los animales fueron alimentados con el mismo balanceado, el cual correspondía a las fases crecimiento (días 15-28), engorde (días 29-35) y finalización (días 36-42). La composición de dichas dietas se detalla en la Tabla 15, y están basadas en los requerimientos nutricionales para pollos Broilers (NRC, 1994); Tabla 16.

Los piensos de los tratamientos fueron realizados a mano. En un inicio se juntó los ingredientes de mayor peso en la dieta, posterior, se extrajo una pequeña cantidad de esto y se mezcló con el aceite, con el fin de utilizarlo como vehículo del mismo. Luego se realizó una pre-mezcla de micros, y seguido se añadió estos a la mezcla inicial.

Las dietas consecutivas (crecimiento, engorde y finalización), se hicieron en una mezcladora eléctrica horizontal de una tonelada de capacidad.

Los ingredientes de las dietas se pesaron en una balanza electrónica (CAS, EC-II \pm 0.5g), cuando el pesaje era mayor a 1 kg. Cuando se requería un pesaje menor, se realizó en una balanza digital (Ohaus, Voyager \pm 0.1 g). El balanceado se realizó una vez por semana.

Tabla 13
Dietas en la fase inicial de desarrollo (1 a 14 días) para pollos broilers¹

Insumos, %	Ctrl				
	CPM 0%	CPM 2.5%	CPM 5%	CPM 7.5%	CPM 10%
Maíz amarillo	59.93	60.40	60.87	63.53	65.00
Soya 46%	30.34	28.99	27.63	23.32	18.64
Pescado 65%	4.54	2.50	0.43	-	-
CPM	-	2.50	5.00	7.50	10.00
Aceite de palma	1.80	1.80	1.80	1.11	0.84
Calcio 40%	1.38	1.50	1.61	1.64	2.27
Núcleo Broiler ² ,	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Fosfato 21/17	0.75	1.02	1.30	1.39	1.42
Sal	0.26	0.28	0.29	0.28	0.27
Cloruro de Colina 60%	-	0.02	0.04	0.06	0.25
Lisina HCl	-	-	0.03	0.17	0.30

%: porcentaje; HCl: Ácido clorhídrico

CPM Concentrado de Proteína de Maíz (Cargill, Mineapolis, Minnesota, Estados Unidos)

¹ Tratamientos: control (0 % de CPM), 2.5% CPM, 5%CPM, 7,5% CPM, y 10% de CPM.

² Composición núcleo Broiler, Anexo 1

Tabla 14
Composición nutricional de dietas en la fase inicial de desarrollo (1 a 14 días) para pollos broilers¹

Nutriente, %	Ctrl	CPM		CPM	CPM
	CPM 0%	2.5%	CPM 5%	7.5%	10%
Proteína total	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00
EM, Mcal/kg	2.98	2.98	2.98	2.98	2.98
Materia seca	87.47	87.47	87.47	87.47	87.47
Grasa	4.77	4.77	4.77	4.77	4.77
Fibra	2.82	2.82	2.82	2.82	2.82
Lisina Dig.	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18
Metionina Dig.	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Met+Cis Dig.	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88
Triptofano Dig.	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
Arginina Dig.	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24
Valina Dig.	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89
Treonina Dig.	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
Calcio	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Fósforo asimilable	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Sodio	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
Potasio	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Cloruros	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
Ac. Linoleico	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Colina, g/kg	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50

#: porcentaje; EM: energía metabolizable; Mcal: mega calorías; Kg: kilogramos; Dig: digerible; Met: metionina; Cis: Cistina; Ac: ácido; g: gramos

CPM Concentrado de Proteína de Maíz (Cargill, Mineapolis, Minnesota, Estados Unidos)

¹ Tratamientos: control (0 % de CPM), 2.5% CPM, 5%CPM, 7,5% CPM, y 10% CPM.

Tabla 15
Dietas para pollos broilers desde el día 15 a 42

Etapa	Crecimiento	Engorde	Finalización
	Días	15 a 28	29 a 35
Insumos, %	Todos los tratamientos		
Maíz amarillo	62.57	63.94	66.53
Soya 46%	27.96	26.07	23.55
Pescado 65%	2.80	2.37	2.14
Aceite de palma	3.00	4.00	4.00
Calcio 40%	1.38	1.24	1.26
Núcleo Broiler ^{1,2}	1.00	1.00	1.00
Fosfato 21/17	1.00	1.05	1.10
Sal	0.29	0.30	0.30
Lisina Hcl	-	0.03	0.13

#: porcentaje; HCl: ácido clorhídrico

¹ Composición Núcleo Broiler 2 (Anexo 1)

² Composición Nucleó Broiler 3 (Anexo 1)

Tabla 16
Composición nutricional de dietas para pollos broilers desde el día 15 a 42

Etapa	Crecimiento	Engorde	Finalización
Días	15 a 28	29 a 35	36 a 42
Nutriente, %	Todos los tratamientos		
Proteína total	20.00	19.00	18.00
EM, Mcal/kg	3.05	3.12	3.14
Materia seca	85.33	84.39	84.34
Grasa	5.00	5.00	5.00
Fibra	2.77	2.73	2.69
Lisina Dig.	0.97	0.93	0.94
Metionina Dig.	0.31	0.29	0.28
Met+Cis Dig.	0.58	0.56	0.53
Triptofano Dig.	0.19	0.18	0.17
Arginina Dig.	1.24	1.17	1.09
Valina Dig.	0.88	0.83	0.78
Treonina Dig.	0.78	0.64	0.60
Calcio	0.84	0.84	0.84
Fosforo asimilable	0.40	0.40	0.40
Sodio	0.16	0.16	0.16
Potasio	0.60	0.60	0.60
Cloruros	0.16	0.16	0.16
Ac. Linoleico	1.00	1.00	1.00
Colina, g/kg	1.50	1.50	1.50

%; porcentaje; EM: energía metabolizable; Mcal: megacalorías; Kg: kilogramos; Dig: digerible; Met: metionina; Cis: Cistina; Ac: ácido; g: gramos

3.2.5 Toma de datos

Los animales fueron alimentados todos los días a las 7:00 am, la cantidad de alimento suministrada fue manejada según las recomendaciones dadas por “Suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollo de engorde” (Cobb-Vantress, Inc, 2015). El alimento sobrante se recolectó y pesó antes de la alimentación diaria, pero durante el periodo de restricción alimenticia (del día 11 al 35) esta acción se la realizó a las 6 PM.

El peso de las aves se tomó cada siete días, durante el periodo de crianza (42 días). El peso de los animales se registró a la mañana antes de proporcionarles el alimento.

El alimento suministrado, el sobrante y el peso de los animales se midió en una balanza digital (Mettler Toledo, Tiger \pm 0.5g).

La mortalidad de las aves fue monitoreada diariamente y en caso de existir se registró y posteriormente se realizó una necropsia a las aves para evidenciar la causa de muerte.

Con el fin de determinar las características de la masa visceral en los pollos, se realizó 3 sacrificios (14, 28, y 46 días). En el día 14 y 46 los animales sacrificados fueron 2 por unidad experimental y al día 28 uno por unidad. La muerte de las aves se dio por dislocación cervical, al día 14 y 28. En cambio al día 46, los animales murieron por degollamiento.

Una vez muertos, los animales fueron trasladados al laboratorio de Sanidad Animal de la institución, para proceder al registro de pesos y después se extrajo sus órganos (hígado, corazón, pulmones, bazo, riñones, páncreas, buche, proventrículo, molleja, intestino delgado e intestino grueso), los cuales fueron pesados en una balanza analítica (Mettler Toledo, PG203-S \pm 0.001 g); luego se vaciaron el contenido de buche, proventrículo, molleja, intestino delgado e intestino grueso; y nuevamente se tomó los pesos de estos órganos. Los órganos se presentaron en g/kg, de acuerdo a la siguiente formula:

$$\text{Peso relativo } \acute{o}rganos = \frac{\text{peso } \acute{o}rganos, g}{\text{peso vacío del ave, Kg}}$$

Este proceso se realizó para los 3 sacrificios con la diferencia de que al día 46 a más de lo ya mencionado, se tomó el peso de la carcasa y la pechuga del ave en una balanza digital (Mettler Toledo, Tiger \pm 0.5g).

3.2.6 Análisis de Nitrógeno (N)

Uno de los animales sacrificados al día 14, de cada corral, fue congelado junto con sus órganos. Este pollo posteriormente se trituró completo (incluyendo: plumas, huesos, musculo, piel y órganos) en un molino

industrial. De esta masa se tomó aproximadamente la mitad y se juntó a todos los demás pollos del tratamiento, para luego moler nuevamente.

A la pasta homogénea que se obtuvo se le realizó análisis de N, utilizando la metodología de Kjeldhal (AOAC). Las extremidades inferiores fueron trituradas con un martillo y picadas, de esto se obtuvo una masa a la cual se le practicó la técnica antes mencionada.

Una vez que se obtuvo los resultados del análisis de Nitrógeno se procedió al cálculo de la retención de N que hubo en los pollos hasta el día 14. Esto tomando en cuenta el porcentaje (%) inicial de N contenido en un pollo de 1 día de vida. La retención de proteína se la obtuvo con la siguiente fórmula:

$$N \text{ retenido} = \frac{N \text{ consumido} - N \text{ contenido}}{N \text{ consumido}} * 100$$

3.2.7 Análisis estadístico

La presente investigación se realizó bajo un diseño completamente al azar, de 5 tratamientos y 7 repeticiones por tratamiento, dando un total de 35 unidades experimentales, cada una de estas estuvo compuesta por 22 pollos. Los datos fueron analizados utilizando el procedimiento GENERAL LINEAL OF SAS (GLM). Las medidas fueron separadas utilizando contrastes (lineal, cuadrático y cúbico). La diferencia estadística fue declarada significativa cuando $P \leq 0.05$. El análisis de varianza utilizado en este estudio se detalla en la Tabla 17.

Tabla 17
Análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	34
Tratamiento (% CPM)	4
Error experimental	30

%. porcentaje; CPM: Concentrado de Proteína de Maíz

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

4.1.1 Parámetros productivos

El efecto del uso de diferentes niveles de Concentrado de Proteína de Maíz (CPM), en pollos broilers en zonas de altura, sobre el desempeño productivo de 1 a 42 días, se describe a continuación:

4.1.2 El peso inicial

El peso inicial de pollitos BB a la recepción que se observa en la Tabla 18, no tuvo diferencia significativa (L, $P=0.684$), los mismos que reportaron un peso promedio de $42,49 \pm 0,45$ g.

Tabla 18
Peso inicial de pollitos BB para cada tratamiento

Item	Tratamiento ¹					EE ²	Valor-P ³		
	Ctrl	CPM 2.5%	CPM 5%	CPM 7.5%	CPM 10%		Lineal	Cuadrático	Cúbico
Peso inicial, g	43.05	42.92	43.02	42.89	43.02	0.18	0.866	0.684	0.955

CPM Concentrado de proteína de maíz (Cargill, Mineapolis, Minnesota, Estados Unidos)

¹ Tratamientos: control (0 % de CPM), 2.5% CPM, 5%CPM, 7.5% CPM, y 10% CPM.

² Error estándar del promedio de los tratamientos, n= 7 repeticiones por tratamiento.

³ Nivel de significancia observado

4.1.2.1 Ganancia de Peso

Las ganancias de peso obtenidos en los diferentes tratamientos se muestran en la Tabla 19 y Figura 3, las mismas que presentaron un efecto lineal significativo al 5% para los diferentes tratamientos en todas las evaluaciones del día 7 al 42. En el tratamiento con inclusión 0% de CPM, se visualizó un mayor peso en las aves (2721.28 g) al día 42 y conforme aumento el nivel de CPM en las dietas, el peso fue disminuyendo a 2716.26; 2688.91; 2658.51 y 2673.38 g, para los tratamientos 2.5; 5; 7.5 y 10% de CPM, respectivamente.

En la Figura 4 se muestra las diferentes curvas de pesos del uso de diferentes niveles de CPM hasta el día 42 y las fórmulas que obedecen a dichas curvas, para cada uno de los tratamientos.

Tabla 19
Efecto del uso de diferentes niveles de CPM sobre ganancia de peso de 1 a 42 días

Pesos, g	Tratamiento ¹						EE ²	Valor-P ³		
	Ctrl 0%	CPM	CPM 2.5%	CPM 5%	CPM 7.5%	CPM 10%		Lineal	Cuadrático	Cúbico
Al d 7	167.45 ^a		163.64 ^{a,b}	161.17 ^{a,c}	152.60 ^{b,c}	150.41 ^c	3.99	0.001	0.853	0.693
Al d 14	405.55 ^{a,b}		397.61 ^a	393.19 ^{a,b}	373.46 ^{b,c}	361.20 ^c	7.60	< 0.001	0.418	0.871
Al d 21	814.65 ^a		802.57 ^{a,b}	786.75 ^b	754.96 ^c	754.27 ^c	8.59	< 0.001	0.837	0.210
Al d 28	1308.36 ^a		1313.86 ^a	1286.17 ^{a,b}	1263.77 ^{a,b}	1246.60 ^b	17.47	0.004	0.554	0.492
Al d 35	1946.49 ^a		1943.12 ^{a,b}	1907.26 ^{b,c}	1893.96 ^c	1887.78 ^c	11.92	0.001	0.713	0.301
Al d 42	2721.28		2716.26	2688.91	2658.51	2673.38	21.97	0.035	0.666	0.339

CPM Concentrado de proteína de maíz (Cargill, Mineapolis, Minnesota, Estados Unidos)

¹ Tratamientos: control (0 % de CPM), 2.5% CPM, 5%CPM, 7.5% CPM, y 10% CPM.

² Error estándar del promedio de los tratamientos, n= 7 repeticiones por tratamiento.

³ Nivel de significancia observado

^{a-c} Los valores dentro de las filas con diferentes superíndices difieren en P <0,05

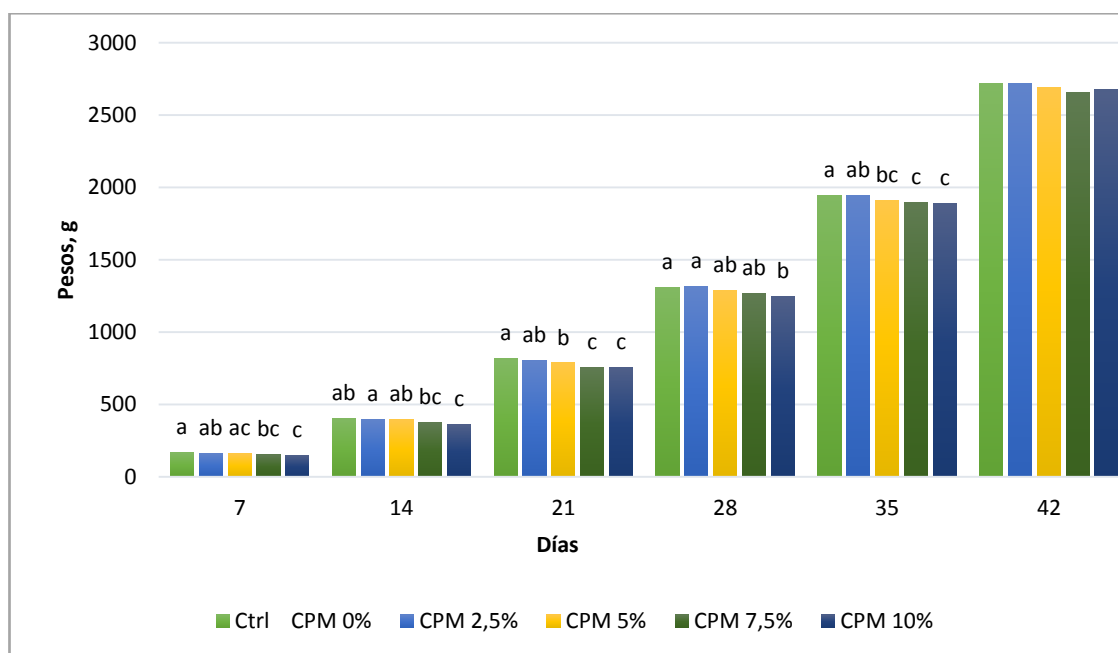


Figura 3 Efecto del uso de diferentes niveles de CPM sobre ganancia de peso

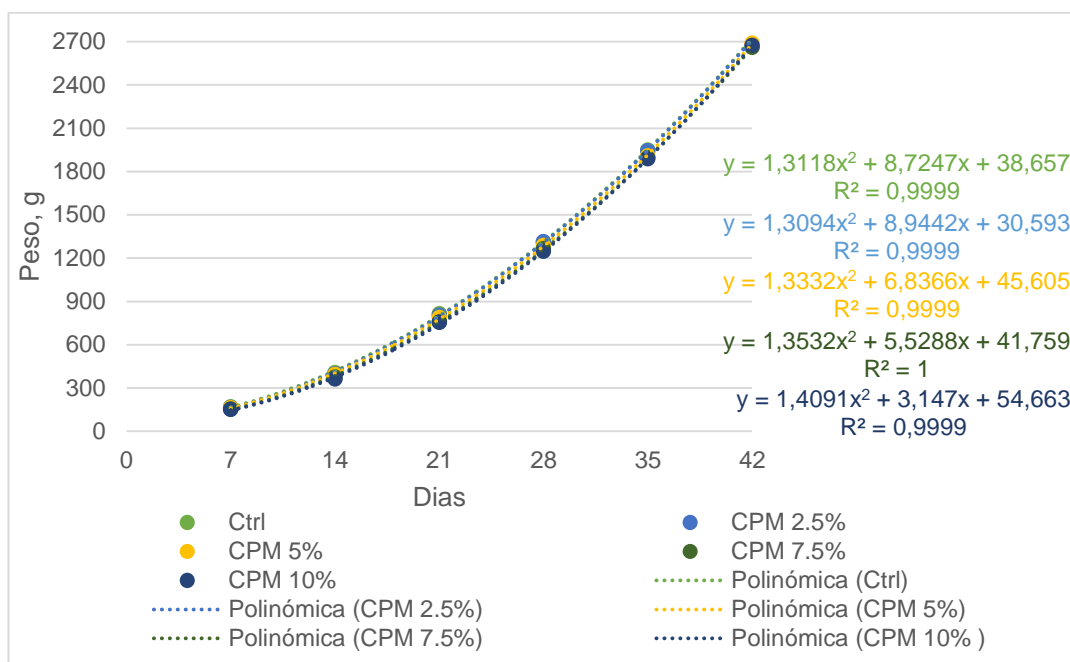


Figura 4 Curva de pesos para el uso de diferentes concentrados de proteína de maíz hasta el día 42

Los resultados obtenidos sobre ganancia de peso se mantuvieron 10% bajo los objetivos de desempeño para broilers machos reportados por (Cobb-Vantress, Inc, 2015), cuyos pesos promedio son: 0.18; 0.47; 0.97; 1.58; 2.29 y 3.04 kg en los días 7, 14, 21, 28, 35 y 42 respectivamente.

Este comportamiento se debe a las condiciones ambientales propias de la zona y piso altitudinal en que se encuentra la granja experimental, no obstante los pesos se mantuvieron dentro de los pesos meta para pollos broiler establecidos para la región sierra por (Bioalimantar, 2010), que son de 0.16; 0.39; 0.79; 1.22; 1.57; 2.21 y 2.65 kg a los 7, 14, 21, 28, 35 y 42 días de edad, respectivamente.

4.1.2.2 Homogeneidad de pesos

En cuanto a la homogeneidad de las aves en los diferentes tratamientos, no presentaron efecto alguno a una significancia del 5%. En general, en todos los pesos y tratamientos los animales presentaron homogeneidad, de acuerdo al manual de manejo de COBB, se considera uniforme un lote cuando tiene un coeficiente de variación (CV) \leq a 8 y para esta investigación todos los CV fueron menores que 8, es decir en todos los tratamientos hubo uniformidad (Tabla 20 y Figura 5).

Tabla 20
Efecto del uso de diferentes niveles de CPM sobre la homogeneidad de pesos de 1 a 42 días

	Tratamiento ¹					EE ²	Valor-P ³		
	Ctrl CPM 0%	CPM 2.5%	CPM 5%	CPM 7.5%	CPM 10%		Lineal	Cuadrático	Cúbico
CV peso inicial, g	1.71	1.07	2.03	0.75	1.61	0.54	0.765	0.717	0.753
Al d 7	1.73	2.70	2.23	2.82	3.00	0.78	0.288	0.862	0.676
Al d 14	2.35	4.53	2.38	3.34	1.87	1.13	0.553	0.340	0.601
Al d 21	4.75	3.38	2.69	3.11	3.43	0.93	0.329	0.217	0.792
Al d 28	3.70 ^b	3.40 ^b	3.92 ^{a,b}	7.18 ^a	4.41 ^{a,b}	1.10	0.146	0.606	0.058
Al d 35	2.95	3.43	4.37	2.73	3.43	0.58	0.888	0.342	0.311
Al d 42	2.96 ^b	4.26 ^{a,b}	3.97 ^{a,b}	6.54 ^a	4.93 ^{a,b}	1.19	0.108	0.519	0.493

CPM Concentrado de proteína de maíz (Cargill, Mineapolis, Minnesota, Estados Unidos)

%: porcentaje; CV: coeficiente de variación; g: gramo; d: día

¹ Tratamientos: control (0 % de CPM), 2.5% CPM, 5%CPM, 7.5% CPM, y 10% CPM.

² Error estándar del promedio de los tratamientos, n= 7 repeticiones por tratamiento.

³ Nivel de significancia observado

^{a-c} Los valores dentro de las filas con diferentes superíndices difieren en P <0,05

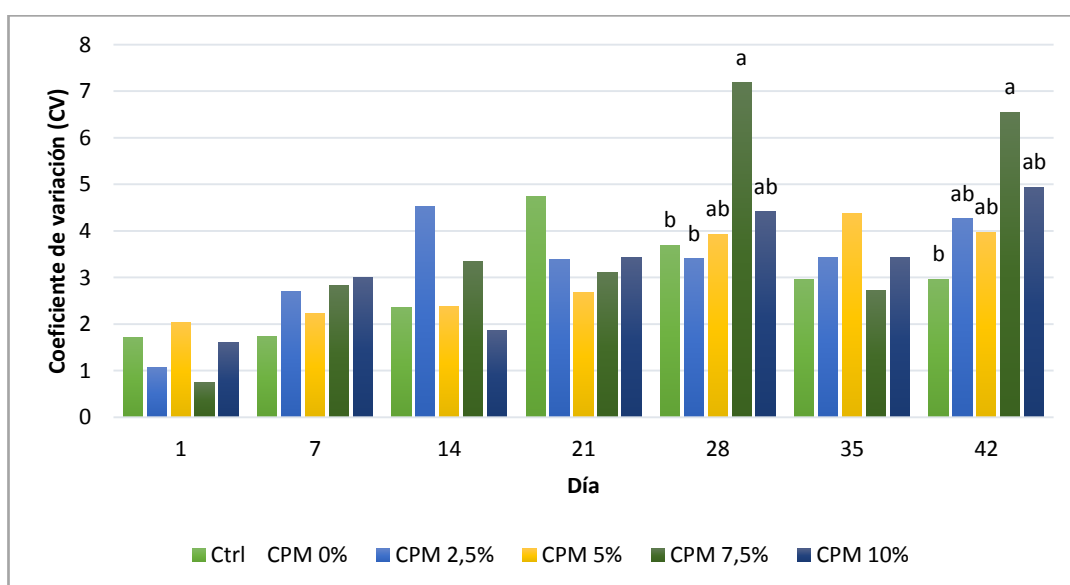


Figura 5 Efecto del uso de diferentes niveles de CPM sobre la homogeneidad de los pesos de 1 a 42 día

4.1.2.3 Ganancia Diaria de Peso (GDP)

La GDP mostró un efecto lineal significativo durante todo el periodo de experimentación ($P \leq 0.035$), es decir, mientras menor fue el nivel de CPM en la dieta este parámetro se presentó más alto. La mayor GDP fue de 63.77 g/día (de 1 a 42 días) y se la obtuvo cuando se utilizó un nivel de inclusión de 0% de CPM en la dieta (Tabla 21 y Figura 6).

De acuerdo a los objetivos de desempeño dados por Cobb Vantress Inc (2015), las aves a los días 7, 14, 21, 28, 35 y 42 debían tener una GDP de 29, 54, 87, 88, 107 y 106 g, respectivamente. Pero en este estudio las aves no alcanzaron dichos valores.

Tabla 21
Efecto del uso de diferentes niveles de CPM sobre la GDP de 1 a 42 días

GDP, g/día	Tratamiento ¹					EE ²	Valor-P ³		
	Ctrl CPM 0%	CPM 2.5%	CPM 5%	CPM 7.5%	CPM 10%		Lineal	Cuadrático	Cúbico
d 1 a 7	17.77 ^a	17.25 ^{a,b}	16.88 ^{a,c}	15.67 ^{b,c}	15.34 ^c	0.57	0.001	0.837	0.694
d 1 a 14	25.89 ^a	25.34 ^a	25.01 ^{a,b}	23.61 ^{b,c}	22.73 ^c	0.54	< 0.001	0.411	0.871
d 1 a 21	36.74 ^a	36.17 ^{a,b}	35.42 ^b	33.91 ^c	33.87 ^c	0.41	< 0.001	0.844	0.210
d 1 a 28	45.19 ^a	45.39 ^a	44.40 ^{a,b}	43.60 ^{a,b}	42.98 ^b	0.62	0.004	0.551	0.493
d 1 a 35	54.38 ^a	54.29 ^a	53.26 ^b	52.89 ^b	52.71 ^b	0.34	0.001	0.717	0.300
d 1 a 42	63.77	63.65	63.00	62.28	62.63	0.52	0.035	0.667	0.337

CPM Concentrado de proteína de maíz (Cargill, Mineapolis, Minnesota, Estados Unidos)

¹ Tratamientos: control (0% de CPM), 2.5% CPM, 5% CPM, 7.5% CPM, y 10% de CPM.

² Error estándar del promedio de los tratamientos, n= 7 repeticiones por tratamiento.

³ Nivel de significancia observado

^{a-c} Los valores dentro de las filas con diferentes superíndices difieren en $P < 0,05$

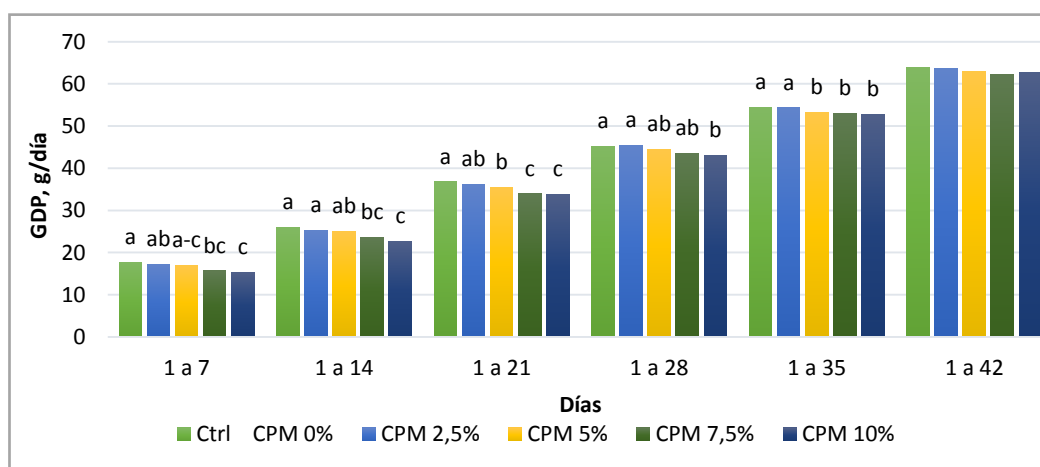


Figura 6 Efecto del uso de diferentes niveles de CPM sobre la GDP de 1 a 42 días

4.1.2.4 Consumo de alimento

El consumo de alimento se muestra en la Tabla 22 y Figura 7. Las aves hasta el día 28 mostraron un mayor consumo de alimento cuando las dietas presentaban menor porcentaje de CPM, siendo los consumos de 64.4; 64.24; 64.17; 62.73 y 62.33 g para el control; 2.5; 5; 7.5 y 10 % de CPM, respectivamente; evidenciándose un efecto lineal significativo de $P \leq 0.012$. En cambio, en los posteriores acumulados: 1 a 35 y 1 a 42 días, no se encontraron diferencias significativas al 5% en consumo de alimento, entre tratamientos.

Tabla 22
Efecto del uso de diferentes niveles de CPM sobre el consumo de alimento de 1 a 42 días

Consumo alimento, g	Tratamiento ¹					EE ²	Valor-P ³		
	Ctrl CPM 0%	CPM 2.5%	CPM 5%	CPM 7.5%	CPM 10%		Lineal	Cuadrático	Cúbico
d 1 a 7	18.71 ^{a,c}	18.78 ^{a,c}	19.04 ^a	17.96 ^c	18.07 ^{c,b}	0.25	0.012	0.202	0.225
d 1 a 14	32.72 ^a	32.43 ^a	32.56 ^a	31.54 ^b	31.36 ^b	0.28	< 0.001	0.396	0.638
d 1 a 21	47.43 ^a	47.21 ^a	47.23 ^a	45.35 ^b	45.50 ^b	0.36	< 0.001	0.409	0.130
d 1 a 28	64.04 ^a	64.24 ^a	64.17 ^a	62.73 ^{a,b}	62.33 ^b	0.56	0.010	0.243	0.467
d 1 a 35	81.07	81.49	81.05	79.78	79.90	0.72	0.085	0.613	0.330
d 1 a 42	98.89	99.50	98.85	97.15	98.18	0.89	0.193	0.953	0.169

CPM Concentrado de proteína de maíz (Cargill, Minneapolis, Minnesota, Estados Unidos)

%: porcentaje; g: gramo; d: día

¹ Tratamientos: control (0 % de CPM), 2.5% CPM, 5% CPM, 7.5% CPM, y 10% de CPM.

² Error estándar del promedio de los tratamientos, n= 7 repeticiones por tratamiento.

³ Nivel de significancia observado

^{a-c} Los valores dentro de las filas con diferentes superíndices difieren en $P < 0,05$

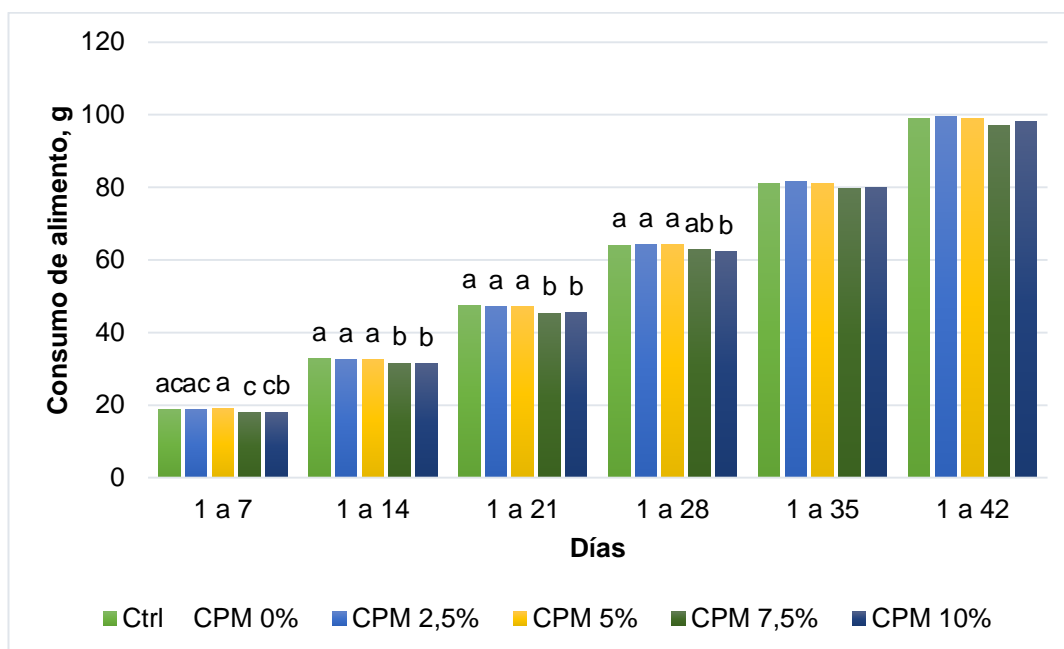


Figura 7 Efecto del uso de diferentes niveles de CPM sobre el consumo de alimento de 1 a 42 días

Estos resultados se mantuvieron bajo los estándares de consumo de alimento para broilers machos, según (Cobb-Vantress, Inc, 2015), cuyos consumos acumulados en promedio son de 0.16; 0.54; 1.228; 2.222; 3.520 y 5.073 kg en los días 7,14,21,28,35 y 42 respectivamente, y de igual manera, con respecto a los consumos acumulados meta para pollos broilers establecidos para la región sierra por Bioalimentar (2010), que son de 0.15; 0.50; 0.97; 1.66; 2.55; 3.67 y 5.020 kg a los 7, 14, 21, 28, 35 y 42 días de edad, respectivamente, esto debido a la restricción de alimento que se manejó durante la crianza de las aves.

4.1.2.5 Conversión Alimenticia (CA)

La conversión alimenticia mostró un efecto lineal significativo al 5% hasta el periodo 1-21 días, presentándose mejor CA conforme la inclusión de CPM en la dieta disminuía, para este periodo las conversiones alimenticias fueron de 1.29; 1.31; 1.33; 1.34 para control; 2.5; 5; 7.5 y 10 % de CPM, respectivamente. Para los acumulados desde el día 28 al 42, no se encontró efecto alguno ($P > 0.183$) con valores promedios de 1.56, como se puede observar en la Tabla 23 y Figura 8.

Tabla 23
Efecto del uso de diferentes niveles de CPM sobre a conversión alimenticia de 1 a 42 días

Conversión alimenticia, consumo de alimento/GDP	Tratamiento ¹					EE ²	Valor-P ³		
	Ctrl CPM 0%	CPM 2.5%	CPM 5%	CPM 7.5%	CPM 10%		Lineal	Cuadrático	Cúbico
d 1 a 7	1.06 ^a	1.09 ^{a,b}	1.14 ^{a,b}	1.15 ^{a,b}	1.18 ^b	0.03	0.006	0.781	0.926
d 1 a 14	1.27 ^a	1.28 ^a	1.30 ^a	1.34 ^{a,b}	1.38 ^b	0.03	0.001	0.521	0.932
d 1 a 21	1.29 ^a	1.31 ^{a,b}	1.33 ^{a,b}	1.34 ^{a,b}	1.34 ^b	0.02	0.012	0.522	0.779
d 1 a 28	1.42	1.42	1.45	1.44	1.45	0.02	0.183	0.857	0.790
d 1 a 35	1.49	1.50	1.52	1.51	1.52	0.01	0.212	0.479	0.843
d 1 a 42	1.55	1.56	1.57	1.56	1.57	0.02	0.535	0.705	0.653

CPM Concentrado de proteína de maíz (Cargill, Mineapolis, Minnesota, Estados Unidos)

¹ Tratamientos: control (0 % de CPM), 2.5% CPM, 5% CPM, 7.5% CPM, y 10% de CPM.

² Error estándar del promedio de los tratamientos, n= 7 repeticiones por tratamiento.

³ Nivel de significancia observado

^{a,b} Los valores dentro de las filas con diferentes superíndices difieren en P <0,05

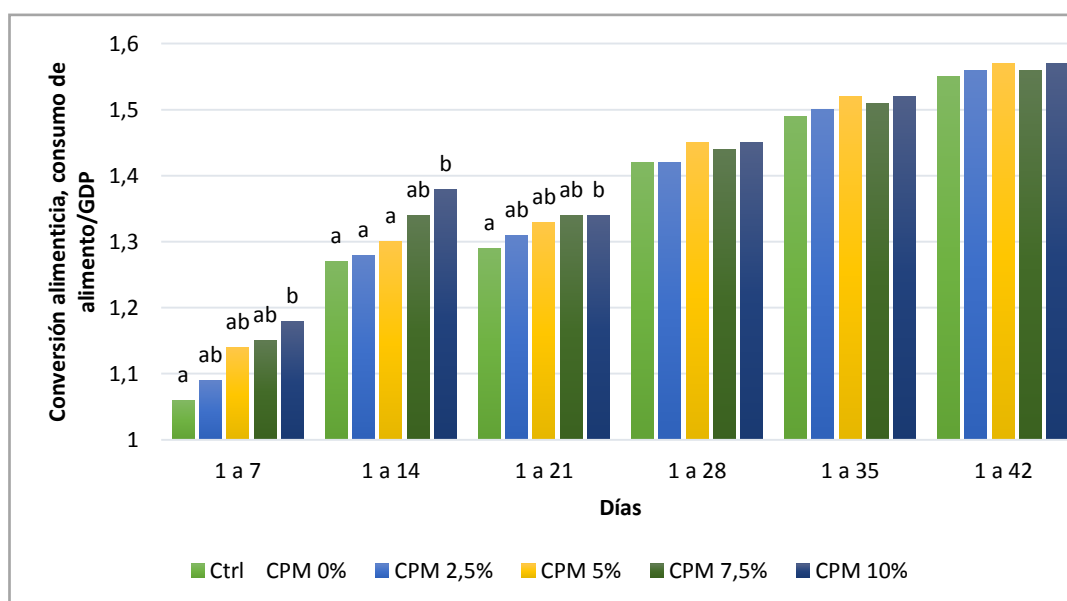


Figura 8 Efecto del uso de diferentes niveles de CPM sobre a conversión alimenticia de 1 a 42 días

Los resultados promedio de CA de todos los tratamientos obtenidos durante todo el ensayo se encuentran dentro de las conversiones alimenticias referenciales para la sierra que señala Bioalimentar (2010), que son 0.93; 1.29; 1.35; 1.49; 1.62 y 1.66 a los 7, 14, 21, 28, 35 y 42 días correspondientemente.

4.1.2.6 Eficiencia de ganancia de peso (EGP)

El uso de diferentes niveles de CPM mostró efectos lineales significativos al 5% sobre la EGP desde el día 7 al 21, periodos en los cuales los tratamientos que menos porcentaje de CPM tuvieron presentaron una mejor respuesta para este parámetro. Para los periodos 1-28 hasta 1-42, no se encontró efecto alguno (L, $P \geq 0.207$; Tabla 24 y Figura 9).

Tabla 24
Efecto del uso de diferentes niveles de CPM sobre la Eficiencia de Ganancia de Peso 1 a 42 días

Eficiencia de ganancia, GDP/consumo de alimento	Tratamiento ¹					EE ²	Valor-P ³		
	Ctrl CPM 0%	CPM 2.5%	CPM 5%	CPM 7.5%	CPM 10%		Lineal	Cuadrático	Cúbico
d 1 a 7	0.95 ^a	0.92 ^{a,b}	0.89 ^{a,b}	0.87 ^b	0.85 ^b	0.03	0.005	0.733	0.940
d 1 a 14	0.79 ^a	0.78 ^{a,b}	0.77 ^{a-c}	0.75 ^{b,c}	0.72 ^c	0.01	0.001	0.553	0.982
d 1 a 21	0.78 ^a	0.77 ^{a,b}	0.75 ^{a,b}	0.75 ^b	0.74 ^b	0.01	0.011	0.481	0.808
d 1 a 28	0.71	0.71	0.70	0.70	0.69	0.01	0.216	0.885	0.847
d 1 a 35	0.67	0.67	0.66	0.66	0.66	0.01	0.207	0.470	0.787
d 1 a 42	0.65	0.64	0.64	0.64	0.64	0.01	0.559	0.676	0.612

CPM Concentrado de proteína de maíz (Cargill, Mineapolis, Minnesota, Estados Unidos)

%: porcentaje

¹ Tratamientos: control (0% de CPM), 2.5% CPM, 5% CPM, 7.5% CPM, y 10% de CPM.

² Error estándar del promedio de los tratamientos, n= 7 repeticiones por tratamiento.

³ Nivel de significancia observado

^{a-c} Los valores dentro de las filas con diferentes superíndices difieren en $P < 0,05$

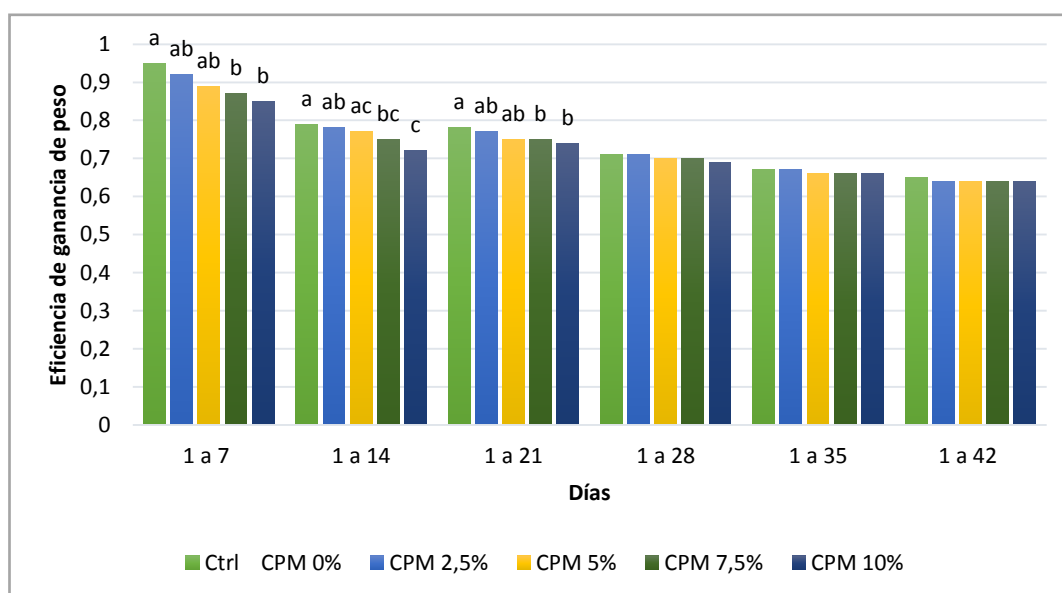


Figura 9 Efecto del uso de diferentes niveles de CPM sobre la Eficiencia de Ganancia de Peso (EGP) de 1 a 42 días

4.1.2.7 Factor de Eficiencia Europea (FEE)

En la Tabla 25 y Figura 10 se muestra los efectos del uso de diferentes niveles de CPM sobre el FEE. Este factor fue disminuyendo conforme aumentaba la cantidad de CPM en la dieta ($L, P \leq 0.015$) hasta el día 14. Para los posteriores acumulados no se presentó ningún efecto entre tratamientos $P \geq 0.067$.

Tabla 25
Efecto del uso de diferentes niveles de CPM sobre el Factor de Eficiencia Europeo (FEE) de 1 a 42 días

	Tratamiento ¹					EE ²	Valor-P ³		
	Ctrl CPM 0%	CPM 2.5%	CPM 5%	CPM 7.5%	CPM 10%		Lineal	Cuadrático	Cúbico
d 1 a 7	226.04 ^a	215.51 ^{a,b}	195.74 ^{b,c}	190.78 ^{b,c}	180.46 ^c	9.94	< 0.001	0.686	0.903
d 1 a 14	224.63 ^a	219.37 ^{a,b}	186.41 ^b	198.68 ^{a,b}	185.89 ^b	12.07	0.015	0.509	0.946
d 1 a 21	290.22 ^a	290.77 ^a	237.08 ^b	266.92 ^{a,b}	261.63 ^{a,b}	13.48	0.067	0.165	0.657
d 1 a 28	313.03 ^{a,b}	326.79 ^a	269.27 ^b	312.51 ^{a,b}	300.75 ^{a,b}	15.50	0.434	0.398	0.742
d 1 a 35	350.24 ^a	361.61 ^a	304.16 ^b	342.64 ^{a,b}	345.09 ^{a,b}	15.29	0.550	0.183	0.503
d 1 a 42	388.88 ^{a,b}	398.11 ^a	343.79 ^b	374.84 ^{a,b}	384.40 ^{a,b}	17.07	0.555	0.188	0.442

CPM Concentrado de proteína de maíz (Cargill, Mineapolis, Minnesota, Estados Unidos)

%: porcentaje; d: días

¹ Tratamientos: control (0 % de CPM), 2.5% CPM, 5% CPM, 7.5% CPM, y 10% de CPM.

² Error estándar del promedio de los tratamientos, n= 7 repeticiones por tratamiento.

³ Nivel de significancia observado

^{a-c} Los valores dentro de las filas con diferentes superíndices difieren en $P < 0,05$

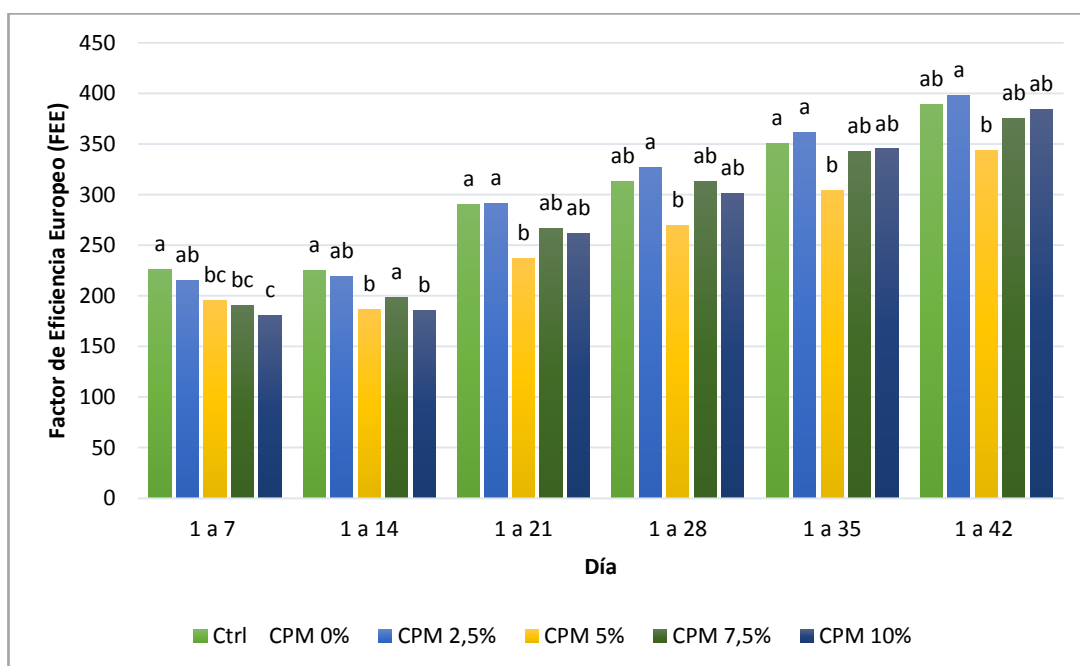


Figura 10 Efecto del uso de diferentes niveles de CPM sobre el Factor de Eficiencia Europea (FEE) de 1 a 42 días

De acuerdo a Collantes, et al. (2007) se considera eficiente un lote cuando el FEE es mayor o igual a 200, para este estudio, se consideraría deficiente al lote para los tratamientos 5; 7.5; y 10 % de CPM hasta el día 14, ya que presentaron factores de 186.41; 198.68; 185.89, respectivamente. De ahí en adelante todos los tratamientos superaron FEE de 200; es decir todos los lotes al día 42 fueron eficientes.

Por otro lado Cobb Vantress Inc (2015), reporta que el factor de eficiencia europeo en pollos machos a los 42 días es de 425 en promedio, con aves de un peso medio de 3.044 kg, una viabilidad del 98% y conversión alimenticia de 1.67, datos que se encuentran entre 27 y 82 puntos sobre los promedios más altos de eficiencia productiva que se obtuvieron en este estudio.

4.1.2.8 Mortalidad

El efecto del uso de diferentes niveles de CPM sobre el porcentaje de mortalidad de 1 a 42 días se muestra en la Tabla 26. De acuerdo al análisis de datos, no se mostró diferencia estadística alguna entre tratamientos a una significancia del 5%, durante todo el periodo de experimentación.

Tabla 26
Efecto del uso de diferentes niveles de CPM sobre el porcentaje de mortalidad de 1 a 42 días

	Tratamiento ¹				
	Ctrl CPM 0%	CPM 2.5%	CPM 5%	CPM 7.5%	CPM 10%
d 1 a 7	0.65	0.00	2.27	0.00	1.30
d 1 a 14	1.95	0.65	3.07	0.65	1.30
d 1 a 21	3.57	0.71	5.92	0.71	2.14
d 1 a 28	5.00	1.43	5.92	0.71	2.14
d 1 a 35	6.02	2.26	6.24	4.51	3.01
d 1 a 42	6.77	3.76	7.12	7.52	5.26

CPM Concentrado de proteína de maíz (Cargill, Mineapolis, Minnesota, Estados Unidos)

%: porcentaje; d: días

¹ Tratamientos: control (0 % de CPM), 2.5% CPM, 5%CPM, 7.5% CPM, y 10% de CPM.

² Error estándar del promedio de los tratamientos, n= 7 repeticiones por tratamiento.

³ Nivel de significancia observado

^{a-c} Los valores dentro de las filas con diferentes superíndices difieren en P <0,05

4.1.3 Características de la carcasa

En general, las características de la carcasa (peso de la carcasa, peso de la pechuga, rendimiento de la carcasa y rendimiento de la pechuga) no mostraron diferencias estadísticas al 5%; pero sí diferencia numérica, el tratamiento Ctrl (0% CPM) se mostró superior en: peso de la carcasa, peso de la pechuga y rendimiento de la carcasa, sobre los tratamientos que contenían CPM en las dietas, presentando los siguientes valores: 2.34; 0.89 kg y 72.04% respectivamente, tal como se observa en la Tabla 27 y Figura 11.

Tabla 27
Efectos del uso de diferentes niveles de CPM sobre características de la carcasa de pollos broilers al día 46

Item	Tratamiento ¹					EE ²	Valor-P ³		
	Ctrl CPM 0%	CPM 2.5%	CPM 5%	CPM 7.5%	CPM 10%		Lineal	Cuadrático	Cúbico
Peso ave, kgPv	3.25	3.18	3.14	3.10	3.14	0.09	0.297	0.520	0.863
P. carcasa, kg	2.34	2.28	2.26	2.21	2.23	0.07	0.190	0.632	0.932
P. pechuga, kg	0.89	0.86	0.85	0.85	0.86	0.03	0.510	0.460	0.866
R. carcasa, %	72.04	71.60	71.98	71.18	70.96	0.96	0.403	0.840	0.936
R. pechuga, %	38.02	37.74	37.51	38.50	38.59	0.68	0.380	0.442	0.660

CPM Concentrado de proteína de maíz (Cargill, Mineapolis, Minnesota, Estados Unidos)

P peso; PV peso vivo; R:rendimieto; % porcentaje; kg; kilogramo

¹ Tratamientos: control (0 % de CPM), 2.5% CPM, 5%CPM, 7.5% CPM, y 10% de CPM.

² Error estándar del promedio de los tratamientos

³ Nivel de significancia observado

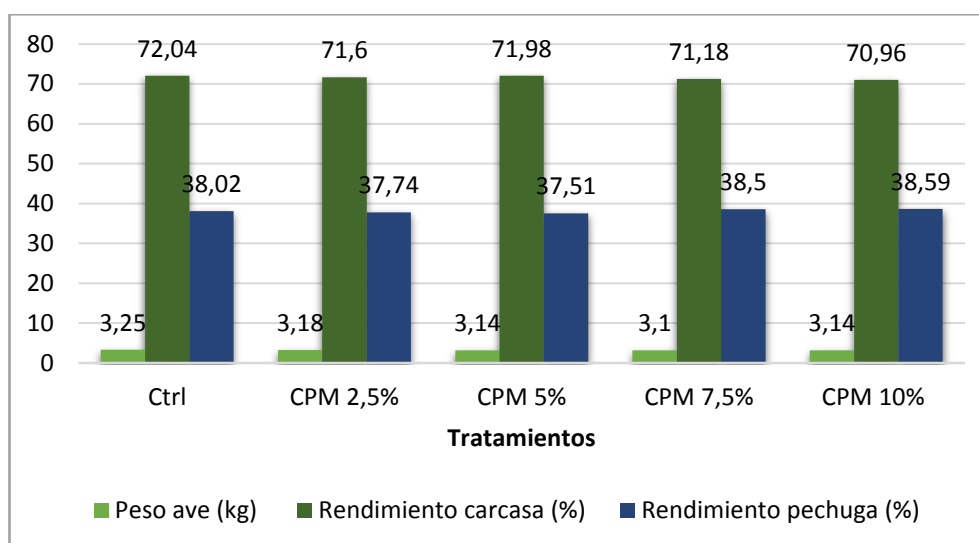


Figura 11 Efectos del uso de diferentes niveles de CPM sobre características de la carcasa

Los resultados obtenidos en este estudio son inferiores a los promedios reportados por Cobb Vantress Inc (2015) sobre el rendimiento de la carcasa para pesos vivos entre 3.0 y 3.4 kg que son de 74.3% y 75.08% respectivamente, no obstante con respecto al rendimiento de la pechuga los valores obtenidos son más altos, pues en este caso los rendimientos fueron superiores al 38% para todos los tratamientos, mientras que los valores señalados por Cobb se encuentran entre 22.85 y 23.43 % para los kg de peso vivo mencionados.

4.1.4 Características de la masa visceral

Los efectos del uso de diferentes niveles de CPM sobre las características de la masa visceral de pollos broiler a los 14, 28 y 46 días, se muestra en la Tabla 28, Tabla 29, y Tabla 30, respectivamente.

4.1.4.1 Características de la masa visceral al día 14

Las aves alimentadas con la dieta Ctrl (0% CPM) presentaron mayor peso de pulmones y riñones (en relación al peso vacío del ave, g/kg) al día 14, el mismo que fue disminuyendo linealmente, conforme las aves fueron alimentadas con mayor cantidad de CPM ($P \leq 0.038$). Para el caso de: peso vacío del ave, hígado, corazón, bazo, páncreas, proventrículo, buche, molleja, intestino delgado e intestino grueso no se mostró efectos de ningún tipo ($L, P \geq 0.118$).

Tabla 28

Efecto del uso de diferentes niveles de CPM sobre las características de la masa visceral en pollos broiler a los 14 días¹

Item	Tratamiento ¹					Promedio	Valor-P ³		
	Ctrl CPM 0%	CPM 2.5%	CPM 5%	CPM 7.5%	CPM 10%		EE ²	Lineal	Cuadrático
P. vacío, Kg	0.43	0.37	0.42	0.39	0.37	0.40	0.02	0.118	0.997
Órganos, g/kg									
Hígado	38.01	45.88	39.96	38.97	38.82	40.33	3.63	0.660	0.442
Corazón	8.13	9.49	8.45	8.70	8.08	8.57	0.66	0.677	0.309
Pulmones	10.89 ^a	10.21 ^{a,b}	8.70 ^b	8.38 ^b	9.02 ^{a,b}	9.44	0.70	0.022	0.175
Riñones	6.81 ^a	5.93 ^{a,b}	5.55 ^{a,b}	4.73 ^b	5.44 ^{a,b}	5.69	0.56	0.038	0.218
Bazo	0.87 ^{a,b}	1.28 ^a	0.87 ^{a,b}	0.79 ^{a,b}	0.65 ^b	0.89	0.19	0.155	0.316
Páncreas	3.58 ^{a,b}	4.02 ^{a,b}	3.43 ^b	3.81 ^{a,b}	5.66 ^a	4.10	0.70	0.095	0.177
Proventrículo	6.25	7.56	6.77	6.89	7.07	6.91	0.51	0.569	0.513
Buche	7.01	8.79	7.09	7.51	7.16	7.51	0.82	0.717	0.507
Molleja	33.47	37.20	33.19	35.93	37.36	35.43	2.74	0.474	0.843
I. Delgado	32.35	37.13	33.19	32.02	34.84	33.91	2.91	0.990	0.923
I. Grueso	6.13	7.11	8.05	6.78	5.87	6.79	0.70	0.725	0.049

CPM Concentrado de proteína de maíz (Cargill, Mineapolis, Minnesota, Estados Unidos)

%: porcentaje; P: peso; kg: kilogramo; I : intestino

¹ Tratamientos: control (0 % de CPM), 2.5% CPM, 5%CPM, 7.5% CPM, y 10% de CPM.

² Error estándar del promedio de los tratamientos, n= 7 repeticiones por tratamiento.

³ Nivel de significancia observado

^{a-b} Los valores dentro de las filas con diferentes superíndices difieren en $P < 0,05$

4.1.4.2 Características de la masa visceral a los 28 días

El peso relativo de la masa visceral al día 28 no mostró diferencias al sustituir fuentes tradicionales de proteína por CPM (L, $P \geq 0.100$), a excepción del caso del bazo, en donde se observó un efecto lineal, $P = 0.039$; numéricamente el menor peso relativo se presentó en el tratamiento 7.5% CPM, y el mayor peso fue para el tratamiento 5% CPM.

Tabla 29
Efecto del uso de diferentes niveles de CPM sobre las características de la masa visceral en pollos broiler a los 28 días¹

Item	Tratamiento ¹					Promedio	Valor- P^3		
	Ctrl	CPM 2.5%	CPM 5%	CPM 7.5%	CPM 10%		EE ²	Lineal	Cuadrático
P. vacío, Kg	1.16	1.25	1.24	1.11	1.15	1.18	0.07	0.487	0.428
Órganos, g/kg									
Hígado	36.37	36.94	30.73	32.94	33.00	34.00	3.19	0.297	0.550
Corazón	9.24	8.04	7.40	7.46	8.27	8.08	0.73	0.286	0.105
Pulmones	8.21	9.17	9.03	7.85	7.64	8.38	0.71	0.278	0.224
Riñones	3.54	2.18	3.44	2.84	3.46	3.09	0.61	0.802	0.376
Bazo	1.17 ^{a,b}	1.03 ^{a-c}	1.28 ^a	0.77 ^c	0.97 ^{b,c}	1.04	0.10	0.039	0.855
Páncreas	3.48	2.63	2.53	3.11	2.45	2.84	0.39	0.213	0.484
Proventrículo	4.91	4.73	5.45	5.56	5.10	5.15	0.31	0.230	0.335
Buche	6.74	5.72	6.04	6.34	6.73	6.31	0.65	0.776	0.267
Molleja	24.18 ^{a,b}	22.07 ^a	24.85 ^{a,b}	25.60 ^b	25.19 ^b	24.38	1.03	0.100	0.735
I. Delgado	25.55	28.72	27.69	28.07	28.96	27.80	2.00	0.339	0.685
I. Grueso	6.02	6.53	6.07	6.84	7.34	6.56	0.82	0.269	0.707

CPM Concentrado de proteína de maíz (Cargill, Mineapolis, Minnesota, Estados Unidos)

%; porcentaje; P: peso; kg: kilogramo; I: intestino

¹ Tratamientos: control (0% de CPM), 2.5% CPM, 5% CPM, 7.5% CPM, y 10% de CPM.

² Error estándar del promedio de los tratamientos, n= 7 repeticiones por tratamiento.

³ Nivel de significancia observado

^{a-c} Los valores dentro de las filas con diferentes superíndices difieren en $P < 0.05$

4.1.4.3 Características de la masa visceral a los 46 días

Los análisis de la masa visceral de las aves al día 46, determinaron que el peso relativo de pulmones y molleja tuvieron un efecto lineal significativo entre tratamientos ($P \leq 0.048$). En el caso de la molleja, se presentó un mayor peso relativo a medida que la presencia de CPM en la dieta aumentó; caso contrario fue con los pulmones, donde el peso relativo fue mayor cuando menor cantidad de CPM existía en la dieta. En cuanto a los demás órganos, no presentaron ningún efecto ($L, P \geq 0.052$).

Tabla 30
Efecto del uso de diferentes niveles de CPM sobre las características de la masa visceral en pollos broilers a los 46 días¹

Item	Tratamiento ¹					Promedio	Valor- P^3		
	Ctrl	CPM 2.5%	CPM 5%	CPM 7.5%	CPM 10%		EE ²	Lineal	Cuadrático
Órganos, g/kg									
P. vacío, Kg	3.18	3.10	3.05	3.04	3.05	3.08	0.08	0.225	0.488
Hígado	20.96	20.60	18.57	21.37	20.49	20.40	1.01	0.954	0.337
Corazón	5.93	6.13	5.87	5.82	5.66	5.88	0.27	0.331	0.616
Pulmones	4.50 ^a	4.10 ^{a,b}	4.13 ^{a,b}	3.23 ^b	3.95 ^{a,b}	3.98	0.30	0.048	0.268
Riñones	1.32	1.69	1.61	1.26	1.67	1.51	0.25	0.742	0.844
Bazo	1.01	1.02	1.05	1.10	1.21	1.08	0.09	0.113	0.538
Páncreas	1.76	1.65	1.75	1.62	1.72	1.70	0.11	0.769	0.678
Proventrículo	3.02 ^{a,b}	2.87 ^b	3.00 ^{a,b}	3.17 ^{a,b}	3.27 ^a	3.07	0.12	0.052	0.264
Buche	2.38	2.08	3.14	2.95	2.74	2.66	0.51	0.335	0.591
Molleja	16.34 ^b	16.72 ^{a,b}	16.47 ^{a,b}	18.32 ^{a,b}	18.84 ^a	17.34	0.84	0.019	0.464
I. Delgado	18.68	19.64	19.53	20.03	20.49	19.67	0.79	0.119	0.903
I. Grueso	4.33 ^b	4.32 ^b	4.29 ^b	4.18 ^b	5.01 ^a	4.42	0.23	0.108	0.085

CPM Concentrado de proteína de maíz (Cargill, Mineapolis, Minnesota, Estados Unidos)

%; porcentaje; P: peso; kg: kilogramo; I : intestino

¹ Tratamientos: control (0 % de CPM), 2.5% CPM, 5%CPM, 7.5% CPM, y 10% de CPM.

² Error estándar del promedio de los tratamientos, n= 7 repeticiones por tratamiento.

³ Nivel de significancia observado

^{a-b} Los valores dentro de las filas con diferentes superíndices difieren en $P < 0,05$

4.1.5 Consumo y retención de nitrógeno

El uso de diferentes niveles de CPM en las dietas, afectaron significativamente el consumo y retención de N ($P < 0.001$) durante los primeros 14 días de vida de los animales. El aumento de la cantidad de CPM en la dieta disminuyó el consumo y retención de N en las aves (Tabla 31).

Tabla 31
Efecto del uso de diferentes niveles de CPM sobre el consumo y retención de nitrógeno en pollos broiler hasta el día 14

Item	Tratamiento ¹					EE ²	Valor-P ³		
	Ctrl	CPM 2.5%	CPM 5%	CPM 7.5%	CPM 10%		Lineal	Cuadrático	Cúbico
Consumo N, g	16.29 ^a	15.98 ^{a,b}	16.22 ^a	15.63 ^{b,c}	15.48 ^c	0.17	< 0.001	0.434	0.857
N retenido, g	9.23 ^a	8.57 ^b	8.37 ^{b,c}	7.99 ^c	7.40 ^d	0.19	< 0.001	0.946	0.268
N retenido, %	56.64 ^a	53.63 ^b	51.57 ^b	51.11 ^b	47.79 ^c	0.95	< 0.001	0.795	0.213

CPM Concentrado de proteína de maíz (Cargill, Mineapolis, Minnesota, Estados Unidos)
%: porcentaje; N: nitrógeno; g: gramo

¹ Tratamientos: control (0 % de CPM), 2.5% CPM, 5%CPM, 7,5% CPM, y 10% de CPM.

² Error estándar del promedio de los tratamientos, n= 7 repeticiones por tratamiento.

³ Nivel de significancia observado

^{a-c} Los valores dentro de las filas con diferentes superíndices difieren en $P < 0,05$

4.1.6 Análisis de costos

Los efectos del uso de diferentes niveles de CPM sobre los costos de alimentación en pollos broilers al día 42 se muestra en la Tabla 32 y Figura 12. El menor costo de alimentación se observó para el tratamiento 5% CPM, que fue de \$ 0.85/kg de peso vivo y el mayor costo se presentó en los tratamientos 7.5 y 10% CPM, que fueron de \$ 0.87/kg de peso vivo. Al usar 5% de CPM en la dieta, el costo de alimentación disminuyó en un 1.16% frente al costo del tratamiento control (0% CPM).

Tabla 32
Efectos del uso de diferentes niveles de CPM sobre los costos de alimentación al día 42

Concepto	Tratamiento ¹					
	Ctrl	CPM 0%	CPM 2.5%	CPM 5%	CPM 7.5%	CPM 10%
Costo/kg de PV	0.86		0.86	0.85	0.87	0.87

CPM Concentrado de proteína de maíz (Cargill, Mineapolis, Minnesota, Estados Unidos)

%: porcentaje; kg: kilogramo; PV: peso vivo

¹ Tratamientos: control (0 % de CPM), 2.5% CPM, 5%CPM, 7,5% CPM, y 10% de CPM.

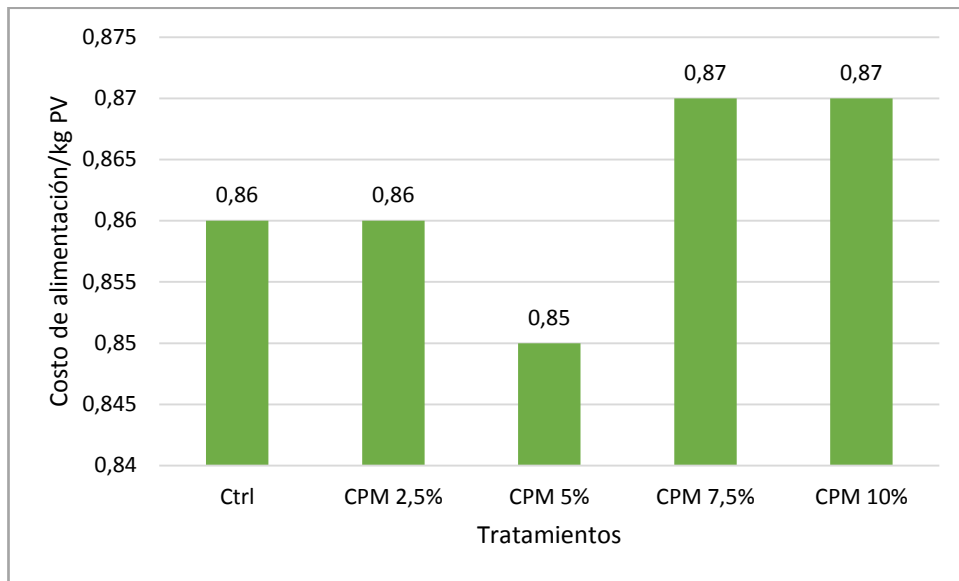


Figura 12 Efectos del uso de diferentes niveles de CPM sobre los costos de alimentación al día 42

4.2 Discusión

El uso de diferentes niveles de concentrado de proteína de maíz (CPM) en la dietas de pollos broilers mostró resultados importantes sobre el rendimiento productivo de la aves. El aumento progresivo de la inclusión de CPM tuvo efecto negativo sobre el consumo de alimento, por lo que, a mayor nivel de inclusión del concentrado en dietas, existió disminución en los valores de los parámetros zootécnicos, excepto la conversión alimenticia (CA).

En el estudio realizado por Khalaji, et al. (2015) se obtuvo como resultados bajas ganancias de peso corporal al sustituir harina de soya por CPM con 30 y 45% de remplazo, sin embargo al usar el 15% de CPM en la dieta la ganancia de peso fue más alta, los pesos corporales promedio registrados en dicha investigación al usar 15% de CPM fueron de: 151; 680.5 y 2232.75 g a los días 7, 21 y 42 respectivamente, con un efecto lineal significativo al 5% a los 21 y 42 días, en dietas con un contenido de proteína del 21%. Por lo tanto estos resultados permiten demostrar que, mientras más alto sea el nivel de inclusión de CPM en las dietas, los pesos de las aves disminuyen.

En el mismo estudio el consumo de alimento no mostró diferencias significativas en todo el periodo de experimentación en ninguno de los tratamientos, y en cuanto a CA, al usar 0, 15, 30 y 45% de CPM se presentó un efecto lineal significativo ($P < 0.05$) para este parámetro al día 42, con conversiones alimenticias de 1.76 para el control y 2.21 al usar 45% de CPM, respectivamente (Khalaji, et al., 2015).

Por lo tanto este estudio guarda concordancia con el menor rendimiento de las aves al incrementar la inclusión de CPM en la dieta. Por lo que la respuesta productiva de las aves al relacionar consumo y peso depende de la disponibilidad de nutrientes, su digestibilidad y eficiencia de absorción en el intestino.

Respecto al consumo y retención de nitrógeno, los valores decrecieron mientras se aumentó la inclusión de CPM en la dietas, valores que concuerdan con la disminución de ganancias de peso y rendimiento de la canal.

Igualmente, en un estudio realizado por Garcia (2013) se determinó que al usar niveles de soya en dietas iso-energéticas las pérdidas de nitrógeno son menores, lo cual implica que existe una mejor digestibilidad al usar mayor cantidad de soya y por ende mayor absorción de nitrógeno. También señala que las pérdidas de nitrógeno por excreción podrían reducirse al incrementar la digestibilidad de las dietas por medio del uso de fuentes de fibra o la reducción de niveles de proteína (Garcia, 2013).

Al usar subproductos de destilería secos con solubles (DDGS) en diferentes niveles, en dietas para broilers, la respuesta de retención de nitrógeno disminuyó a medida que el nivel de DDGS aumento, obteniendo un porcentaje de nitrógeno retenido del 33.60% al usar el mayor nivel del producto y 65,15% con el menor nivel (Adeola & Ileleji, 2009). Dichos resultados también son acordes a los obtenidos en este estudio y los presentados por (Garcia, 2013).

Al no existir más investigaciones sobre el uso de CPM en aves que permitan contrastar los resultados obtenidos en este estudio, es necesario referenciar las respuestas obtenidas al usar otras fuentes de proteína.

Kim, Utterback & Parsons (2012) en su estudio sobre digestibilidad de aminoácidos de maíz, harina de gluten de maíz y granos de maíz de destilería secos con solubles, determinó que los aminoácidos de la harina de gluten de maíz son menos digestibles que los aminoácidos de maíz. Por este motivo se pueden obtener resultados de bajos pesos pues se considera a la harina de gluten de maíz como un nutriente no apropiado en las dietas de broilers.

Peter et al. (2000) señala que la harina de gluten de maíz cuenta con una cantidad desequilibrada de aminoácidos con deficiencias en arginina, lisina, triptófano y otros aminoácidos indispensables para el crecimiento de las aves por lo que es importante fortificarla con los aminoácidos esenciales.

Según Cargill (2008) el CPM cuenta con la inclusión de todos los aminoácidos esenciales necesarios para el buen desempeño de los animales, sin embargo, en base a los efectos obtenidos se puede decir que cuenta con una cantidad desequilibrada de estos aminoácidos al igual que la harina de gluten de maíz.

En cuanto a las características de la masa visceral, el aumento de la inclusión de CPM provocó la disminución del peso de los pulmones y riñones al día 14, al día 28 los efectos se vieron reflejados sobre el peso del bazo el cual fue menor al usar 7.5% de CPM y fue mayor al usar 5% de CPM y al día 46 los efectos se presentaron sobre el peso de la molleja cuando la inclusión de CPM fue mayor el peso de la molleja también aumento caso contrario el peso de los pulmones disminuyó cuando aumentaba el porcentaje de CPM en la dieta.

Así mismo, en los estudios de Carew et al. (2003) y Sanz et al. (2016) al evaluar el efecto de la inclusión de otras fuentes de proteína (harina de poroto), sobre el desarrollo del aparato digestivo de pollos parrilleros, obtuvieron como resultados que el uso de esta harina produce un incremento del peso relativo del tracto gastrointestinal, especialmente la molleja, igualmente se demostró el incremento de la longitud del intestino (delgado y grueso), debido a la presencia de factores anti nutricionales que incrementan la viscosidad del bolo alimenticio y aumentan la actividad motora de la molleja y el intestino haciendo que estos órganos aumenten de tamaño.

En un estudio para conocer la solubilidad y viscosidad por efectos del tamaño de la partícula se determinó que cuando el tamaño de la partícula de maíz fue más pequeña (harina de maíz) la solubilidad y viscosidad de la misma fue significativamente más alta (Onwulata & Konstance, 2006).

Khalaji et al. (2015) determinaron que la digestibilidad de las proteínas disminuyó cuando la viscosidad en el intestino aumento junto con la población de coliformes cecales al incrementar el nivel de inclusión de CPM en la dietas. Otros estudios también determinaron que la digestibilidad de los nutrientes mejoran al reducir la viscosidad del contenido intestinal (Liu, Parks, Upadhaya, & Kim, 2016).

Por lo antes expuesto, estos argumentos respaldar los resultados obtenidos en el presente estudio, respecto al uso de diferentes niveles de CPM en las dietas para pollos broilers.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Los parámetros productivos obtenidos al usar diferentes niveles de CPM, al día 14, fueron superiores mientras menor nivel de CPM se usó en las dietas, teniendo un efecto lineal significativo ($p < 0.05$). Al día 42, para el peso y la ganancia diaria de peso los tratamientos con menores niveles de CPM se mostraron superiores, mostrando un efecto lineal significativo al 5 %.
- El mayor consumo y porcentaje de retención de nitrógeno se presentó en el grupo del tratamiento control (sin adición de CPM).
- En la evaluación del paquete visceral, se mostraron diferencias estadísticas entre tratamientos: a los 14 días para los pulmones y riñones; a los 28 días para el bazo; y a los 46 días para pulmones y molleja.
- El uso de diferentes niveles de CPM sobre las características de la carcasa no mostraron diferencias estadísticas, sin embargo se presentaron diferencias numéricas para el rendimiento de la carcasa que fue mayor para el tratamiento control. En el caso del rendimiento de pechuga, el tratamiento con 10% de CPM fue el que mostró mejores resultados.
- Los parámetros productivos presentaron una respuesta superior al usar 2,5 % de concentrado de proteína de maíz en la dieta, frente a los demás tratamientos, a excepción del tratamiento control.
- El menor costo de alimentación se evidenció al usar 5% de CPM que fue de \$ 0.85, representando el 1,16% de ahorro en alimentación en comparación al costo del tratamiento control que fue de \$ 0,86 por Kg de peso vivo.

5.2 Recomendaciones

- Emplear 2,5% de CPM en dietas iniciales como una alternativa a la disponibilidad de fuentes de proteína.
- Realizar una réplica de este estudio en diferentes pisos altitudinales con el fin de evaluar el comportamiento y desempeño productivo a edad de faenamiento.
- Realizar pruebas de digestibilidad in situ en aves para valorar la degradabilidad del producto.
- Evaluar la calidad de proteína en carne mediante un análisis de perfil de aminoácidos.

5.3 Bibliografía

- Adeola, O., & Ileleji, K. E. (2009). Comparison of two diet types in the determination of metabolizable energy content of corn distillers dried grains with solubles for broiler chickens by the regression method. *Poultry Science*, 579–585.
- Almirón, E. (2013). *Bioquímica de la digestión de monogástricos y aves*. Corrientes, Argentina: Universidad Nacional del Noreste, Facultad de Ciencias Veterinarias.
- AOAC. (s.f.). "Official methods of analysis". Method 981.10.
- Asensio, E. (2009). *Fisiología aviar*. Univesidad de Lleida.
- Aviagen. (2009). *Suplemento de nutrición del pollo de engorde*. Obtenido de http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Ross-Suplemento-Nutricin-Pollo-Engorde-2009.pdf
- Azcona, A. (2013). Fibra dietética. *Manual de nutrición y dietética*. Madrid, España: Universidad Complutense de Madrid.
- Bellés, S. (2017). Manejo de precisión en granjas de broilers durante el verano. *AviNews*.
- Bellostas, A. (2009). Calidad de agua y su higienización: Efectos sobre la sanidad y productividad de las aves. *XLVI Symposium científico de avicultura*, (págs. 23-44). Zaragoza.
- Bhuiyan, M., Hossain, M., & Iji, P. (2015). Nutritive value of vegetable protein diets for broiler chickens and selection of diets containing different vegetable or animal protein. *World Poultry Science journal*, 71(1), 15.
- Bioalimentar. (2010). *Metas productivas de los pollos de engorde*. Obtenido de <https://bioalimentar.blogia.com/2009/042303-producto-1.php>
- Campos, A., Salguero, S., Albino, L., & Rostango, H. (2008). Aminoácidos en la nutrición de pollos de engorde: Proteína ideal. *Congreso del Colegio Latinoamericano de Nutrición Animal*. Mexico.
- Cano, F. (2010). *Anatomía específica de las aves: aspectos funcionales y clínicos*. (U. d. Facultad de veterinaria, Editor) Obtenido de <https://www.um.es/anatvet/interactividad/aaves/anatomia-aves-10.pdf>

- Carew, L., Hardy, D., Weis, J., Alster, F., Mischler, S., Gernat, A., & Zakrsewska, E. (2003). Heating raw velvet beans (*Mucuna pruriens*) reverses some anti-nutritional effects on organ growth, blood chemistry, and organ histology in growing chickens. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 1 (2-3), 267-275.
- Cargill Inc. (2008). *Nuevo Emphyreal 75. Una fuente de proteína naturalmente pura; en cada embarque en cada ocasión.*
- Cobb-Vantress, Inc. (2012). *Guía de manejo de pollo de engorde.* Cobb.
- Cobb-Vantress, Inc. (2013). Como se hizo el pollo mas popular del mundo. *Foccus Cobb*, 8.
- Cobb-Vantress, Inc. (2015). *Suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollo de engorde.* Obtenido de <https://cobb-guides.s3.amazonaws.com/9000e3b0-bcc7-11e6-bd5d-55bb08833e29.pdf>
- Collantes, J., Díaz, D., Gonzales, D., & Rivero, D. (2007). Evaluación productiva (IOR) en una granja de pollos de engorde del estado Trujillo de Venezuela con dos sistemas de producción (estudio de caso). *Agricultura Andina*, 12, 55-65.
- Comoto, G. (2000). *Enfermedades de las aves* . Imprenta Zagazeta S.R. LTDA.
- CONAVE. (2013). *Estadísticas avícolas.* Obtenido de <http://www.conave.org/upload/informacion/Estadisticas%20avicolas.pdf>
- Curtis, H., Schnek, A., Barnes, S., & Flores, G. (2006). *Invitación a la Biología* (Sexta ed.). Montevideo, Uruguay: Editorial Medica Panamericana.
- Donald, J. (2009). Manejo del ambiente en el galpon de engorde. *Aviagen, Inc*, 44.
- DSM Nutricional Products Ltd. (2016). *DSM Vitamin supplementation guidelines 2016 for animal nutrition.* Obtenido de www.dsm.com/ovn
- Emmert, J., & Baker, D. (1997). Use of the ideal protein concept for precision formulation of amino acid levels in broiler diets. *The journal of Applied Poultry Research*, 6(4), 462-470.

- Escudero, E., & Gonzáles, P. (2006). La fibra dietética. *Nutrición Hospitalaria*, 21, 61-72.
- Fairchild, B. (2012). *Control de factores ambientales en la crianza de pollitos*. Obtenido de <http://www.elsitioavicola.com/articulos/2187/control-de-factores-ambientales-en-la-crianza-de-pollitos-1/>
- FAO. (2016). *Perspectivas alimentarias: Resúmenes de mercado*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i5703s.pdf>
- Farrel, D. (2013). *Revisión del desarrollo avícola*. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/docrep/019/i3531s/i3531s.pdf>
- FASS. (2010). *Guide for the care and use of agricultural animals in research and teaching* (Third ed.). United States of American: Federation of animal Science Societies.
- Friedman, A., & Weil, B. (2010). *Producción avícola, negocio en crecimiento. Paraguay vende*. Obtenido de https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1862/produccion_avicola.pdf,
- Garcia, H. (2013). *Modificación en la calidad de nitrógeno en dietas para cerdos de engorde: efectos sobre los parámetros productivos y las emisiones de amoníaco del purín*. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/38007/Tesina%20Hugo%20Garc%C3%ADa%20Miralles.pdf?sequence=1/>
- Henríquez, C. (2008). *Efectos de la inclusión de hidrolizados proteicos de pescado y de dos fuentes de proteína vegetal en la dieta de preinicio de pollos broiler sobre sus rendimientos productivos y económicos*. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/131169>
- Jacob, J., & Pescatore, T. (2013). *Avian digestive system*. Animal Science: University of Kentucky.
- Jordan, F., & Pattinson, M. (1998). *Enfermedades de las aves*. Mexico DF.: Editorial El Manual Moderno, S.A. de C.V.
- Khalaji, S., Manafi, M., Olfati, Z., Hedyati, M., & Veysi, A. (2015). Replacing soybean meal with gelatin extracted from cow skin and corn protein concentrated as a protein source in broiler diets. *Poultry Science*, 95(2), 287-297.
- Kim, E. J., Utterback, C. M., & Parsons, C. M. (2012). Comparison of amino acid digestibility coefficients for corn, corn gluten meal, and corn

distillers dried grains with solubles among 3 different bioassay. *Poultry Science*, 3141–3147.

- Lecleq, B. (1998). El concepto de proteína ideal y el uso de aminoácidos sintéticos: estudio comparativo entre pollos y cerdos. *Avances en nutrición y alimentación animal*, 155-166.
- Liu, W. C., Parks, J. H., Upadhaya, S. D., & Kim, I. H. (2016). 0930 Effects of dietary supplementation with xylanase on growth performance, ileal digesta viscosity, apparent ileal digestibility, and excreta noxious gas emission of broilers fed wheat-based diets. *Journal of Animal Science*, 448-448.
- López, C., Arce, J., & Ávila, E. (2014). Síndromes metabólicos en pollos de engorda. *VI Congreso Latinoamericano de Nutrición animal* (pág. 22). San Pedro: Colegio Brasileño de Nutrición Animal.
- Mora, I. (2007). *Nutrición animal*. San José: Editorial Universidad Estatal a Distancia.
- Navas, S. A., & Maldonado, R. M. (2009). "EVALUACIÓN DE LAS RAZAS DE POLLOS PARRILLEROS ROSS 308 Y COBB 500 EN CONDICIONES DE ALTURA". Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/139/2/03%20AGP%2077%20TESIS.pdf>
- NRC. (1994). *Nutrient requirements of poultry: National Academy Press*. Washington, DC.
- Onwulata, C. I., & Konstance, R. P. (2006). Extruded corn meal and whey protein concentrate: effect of particle size. *Journal of Food Processing and Preservation*, 475 - 487.
- Penz, M. (2011). *Importancia del agua en la producción de pollo*. Obtenido de <http://www.elsitioavicola.com/articles/2035/importancia-de-agua-en-la-produccion-de-pollo-1/>
- Peter, C. M.-F. (2000). Limiting order of amino acids and the effects of phytase on protein quality in corn gluten meal fed to young chicks. *Journal of Animal Science*, 78(8), 2150-2156.
- Polson, S., & Fanatico, A. (2002). Which Bird Shall I Raise Genetic Options for Pastured Poultry Producers: Meat-type Chickens and Turkeys. *American Pastured Poultry Produce Association*, 11.

- PRONAVÍCOLA. (2017). *Síndrome ascítico en líneas de engorde principales causas*. Obtenido de <http://www.pronavicola.com/contenido/sindromeascitico>
- Ramírez, A., & Buntinx, S. (2012). *Metabolismos de carbohidratos, lípidos y proteínas*. Obtenido de http://amaltea.fmvz.unam.mx/textos/alimenta/MET_CHO_LIP_PRO2.pdf
- Ramírez, S. (2011). La competitividad es el reto para el sector avícola. *Revista Líderes*.
- Rochell, J., Kerr, B., & Dozier III, W. (2011). Energy determination of corn co-products fed to broiler chicks from 15 to 24 days of age, and use of composition analysis to predict nitrogen-corrected apparent metabolizable energy. *Poultry science*, 90(9), 1999-2007.
- Rodríguez, F. (2005). *Bases de la producción animal* (Vol. 61). Universidad de Sevilla.
- Rodríguez, S. (2011). *La carne de pollo: Procesamiento*. (Cuarta ed., Vol. 5). Avitecnia.
- Rosero, J., Guzmán, E., & López, F. (2012). Evaluación del comportamiento productivo de las líneas de pollos de engorde Cobb 500 y Ross 308. *Bioteología en el sector Agropecuario y Agroindustrial*, 10(1), 8-15.
- Rostagno, H., Teixeira, L., Lopes, J., Gomes, P., De Oliveira, R., Lopes, D., & Frederico, R. (2017). *Tablas brasileñas para aves y cerdos. Composición de alimentos y requerimientos nutricionales* (Cuarta edición ed.). Brasil: Universidad Federal de Vicosa.
- Rubio, J. (2005). Suministro de agua de calidad en las granjas de broilers. *Jornadas profesionales de avicultura de carne*, (pág. 11). Valladolid.
- Sá, L., Nogueira, E., Goulart, C., & Perazzo, F. (2012). Aminoácidos en la nutrición de pollos de engorde. *Ajinomoto animal nutrition*, 12.
- Sanz, P., Revidatti, F., Fernández, R., Sindik, M., & Laffont, G. (2016). Desarrollo del aparato digestivo en pollos Campero INTA alimentados con poroto mucuna (*Stizolobium deeringianum*). *Revista veterinaria*, 27(2), 107-112.
- Sapkota, A., Lefferts, L., McKenzie, S., & Walker, P. (2007). What do we feed to food-production animals? A review of animal feed ingredients and

their potential impacts on human health. *Environmental health perspectives*, 115(5), 663.

- Savón, L. (2002). Alimentos altos en fibra para especies monogástricas. Caracterización de la matriz fibrosa y sus efectos en la fisiología digestiva. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 36(2), 91-120.
- Stef, L. D. (2009). The effect of dietary non-starch polysaccharides on the intestinal viscosity and on the cecal microflora of broiler fed with various protein sources. *Arch. Zootech*, 12, 22-29.
- Universidad de las Palmas de Gran Canaria. (2017). *El metabolismo de los nutrientes*. Obtenido de <http://www.webs.ulpgc.es/nutranim/tema6.htm>
- Vaca, L. (1991). Producción avícola. San José: Editorial Universidad Estatal a Distancia.
- Warnick, R., & Anderson, J. (1968). Limiting essential amino acids in soybean meal for growing chickens and the effects of heat upon availability of the essential amino acids. *Poultry Science*, 47(1), 281-287.
- Wu, G. (2014). Dietary requirements of synthesizable aminoacids by animals: a paradigm shift in protein nutrition. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 5(1), 34.