

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

Instituto en Investigaciones en Ciencias Veterinarias



**Efecto de diferentes concentraciones de nutrientes sobre
parámetros productivos, rendimiento en canal y composición
bioquímica de músculos de pollo de engorda**

T E S I S

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:
DOCTOR EN CIENCIAS AGROPECUARIAS**

PRESENTA

Fidel Infante Rodríguez

**Director de tesis
Dr. Francisco Martín Montaña Gómez**

**Codirector de tesis
Dr. Jaime Salinas Chavira**

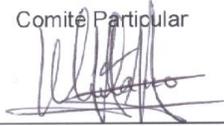
MEXICALI, B. C., MÉXICO

DICIEMBRE DE 2016

La presente tesis "Efecto de diferentes concentraciones de nutrientes sobre parámetros productivos, rendimiento en canal y composición bioquímica de músculos de pollo de engorda" realizada por el C. Fidel Infante Rodríguez, dirigido por los Dres. Martín Francisco Montaña Gómez y Jaime Salinas Chavira, ha sido evaluada y aprobada por el Comité Particular abajo indicado, como requisito parcial para obtener el grado de:

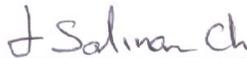
Doctor en Ciencias Agropecuarias

Comité Particular



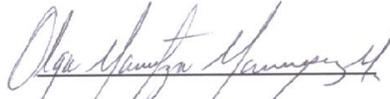
Dr. Martín Francisco Montaña Gómez

Director de Tesis



Dr. Jaime Salinas Chavira

Co-Director de Tesis ó Secretario



Dra. Olga Maritza Manríquez Núñez.

Sinodal



Dr. Juan Octavio Chirino Romero

Sinodal



Dr. Víctor Manuel González Vizcarra

Sinodal

AGRADECIMIENTOS

A ti Dios que me has dado la oportunidad de vivir y de regalarme una familia maravillosa.

De manera muy especial, quiero agradecer a mis Directores de Tesis los doctores Martín Francisco Montaña Gómez y Jaime Salinas Chavira. Gracias de todo corazón. Gracias por su paciencia, dedicación, motivación, consejos, criterio y aliento. Han hecho fácil lo difícil. Ha sido un privilegio poder contar con su guía y apoyo.

A la Doctora Olga Maritza Manríquez Núñez y al Doctor Víctor Manuel González Vizcarra, debo agradecer su amabilidad y disponibilidad durante mi estancia en el Instituto en Investigaciones en Ciencias Veterinarias, durante la cual tuve todo el soporte profesional y logístico para alcanzar los objetivos perseguidos. Muchas gracias por permitirme vivir una experiencia tan importante para mi formación.

Al comité, por compartir sus conocimientos y por el apoyo brindado.

UN AGRADECIMIENTO especial a la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA por haberme aceptado ser parte de ella y abierto las puertas de su seno científico para poder estudiar este posgrado, así como también al INSTITUTO EN INVESTIGACIONES EN CIENCIAS VETERINARIAS E INSTITUTO EN CIENCIAS AGRÍCOLAS y a los diferentes docentes que me brindaron sus conocimientos muchas gracias.

Quisiera hacer extensiva mi gratitud a las encargadas del Laboratorio de Bromatología Chanita y Sabina de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, por su paciencia, apoyo y ayuda.

Así como a mi familia, amigos y a todos aquellas personas que directa o indirectamente me apoyaron en la realización de esta tesis mil gracias.

DEDICATORIA

María

Gracias por tú infinita paciencia, por tú tierna y hermosa compañía y tú inagotable apoyo. Gracias por compartir mi vida y mis logros contigo, así como los tiempos buenos y malos. Gracia porque con tú compañía las cosas malas se convierten en buenas, la tristeza se transforma en alegría y la soledad no existe. Te amo.

Fidel y Lupita

Ustedes son mi motor para seguirme superándome día con día, ustedes como su mama son la motivación de mi vida y alegría, los amo.

Mama

A mi madre, que con su demostración de una madre ejemplar me ha enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada y siempre perseverar a través de sus sabios consejos, te amo mama.

Papa

A la memoria de mi padre, que con sus sabios consejos he podido salir adelante, que en mi él siempre estará presente, .imposible olvidarte. Siempre te amare.

A mis hermanos por el gran apoyo que siempre me han brindado, por su amor y cariño que siempre nos unirán.

Resumen

Se efectuaron dos experimentos para observar la respuesta del pollo de engorda durante todo su ciclo productivo. El objetivo fue evaluar los parámetros productivos: consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia, porcentaje de mortalidad, rendimiento de los músculos pectorales (pechuga) e iliotibiales (muslo), así como el resto de la canal (contramuslo, alas, carcasa y grasa) y también se analizaron las características bioquímicas del musculo pectoral torácico (parte de pechuga), iliotibial craneal y lateral (parte de muslo). En el primer experimento se consideró como factor la densidad energética; teniendo 4 tratamientos (T) experimentales, de la siguiente forma: T1 dieta con 2960 Kcal de Energía Metabolizable (EM) en etapa de inicio (EI) , 3040 Kcal EM en etapa de finalización (EF); T2 dieta con 3000 Kcal EM en EI, 3080 Kcal EM en EF; T3 dieta con 3040 Kcal EM en EI, 3120 Kcal EM en EF; T4 dieta con 3080 Kcal EM en EI, 3160 Kcal EM EF. Para el segundo experimento se consideró como factor la concentración de proteína; teniendo 4 tratamientos (T) experimentales, de la siguiente forma: T1 dieta con 21.0% PC en (EI), 18.10% PC en (EF); T2 dieta con 21.40% PC en EI, 18.50% PC en EF; T3 dieta con 21.80% PC en EI, 18.90% PC en EF; T4 dieta con 22.20% PC en EI, 19.30% PC en EF. En ambos experimentos se consideró como variables de estudio los parámetros productivos; se les practico un análisis de varianza en un Diseño Completamente al Azar y la prueba de diferencia mínima significativa (DMS). Para las características de la canal y el análisis bioquímico de músculos pectoral torácico, iliotibial craneal y lateral se realizó un submuestreo donde se utilizaron 2 aves por jaula o repetición al azar. En un ciclo de 42 días, se utilizaron 200 pollos machos de la línea comercial Roos, los cuales se distribuyeron en 4 tratamientos con 5 repeticiones de 10 pollos cada una. Los parámetros productivos se midieron cada 7 días. El porcentaje de rendimiento de pechuga, muslo, resto y características de la canal, fueron evaluados al final del experimento, tomando una muestra de cada tratamiento (se sacrificaron dos aves de cada repetición). En el experimento número uno se observó que durante el total de la prueba la concentración de energía solo fue significativo para las variables consumo de alimento y principalmente para la conversión alimenticia del T3, las cuales presentaron

una diferencia significativa ($P < 0.05$) con respecto a los demás tratamientos (T1, T2 y T4) tanto para la fase de inicio como finalización. En cuanto a los resultados de las características de la canal, no existió una diferencia significativa ($P > 0.05$), en cuanto al peso vivo y peso de la canal caliente. En lo que respecta a las características de la canal (peso de pechuga, pierna y muslo, alas, carcasa y peso de grasa) de igual manera no se presentó ningún efecto en cada una de las partes de la canal ($P > 0.05$). En cuanto a la composición bioquímica de musculo pectoral torácico se presentó diferencia significativa ($P < 0.05$), en humedad y materia seca del T3 y T4, los T1 y T2 presentaron valores intermedios. En lo que concierne a cenizas los T2 y T3 presentaron diferencia significativa ($P < 0.05$), para grasa el T1 presento un contenido significativamente ($P < 0.05$) alto con respecto a T2 y T4 en tanto el T3 fue intermedio. Para el caso de la proteína cruda presente en la carne de musculo pectoral torácico (pechuga), no se presentó ningún efecto de la concentración de energía ($P > 0.05$). La composición bioquímica de los músculos iliotibial craneal y lateral (muslo) en cuanto a humedad, materia seca y grasa no presentaron diferencia significativa ($p > 0.05$). En cuanto a cenizas y proteína cruda del T2 y T3 se presentó una diferencia significativa ($P < 0.05$) observándose en el T3 el nivel más alto de proteína, en tanto en el T2 se observó el nivel más bajo de cenizas y proteína cruda. Los T1 y T4 presentaron valores intermedios. Lo anterior indica que las dietas con concentraciones altas en energía no alteran una de las principales propiedades bioquímicas de la carne en pechuga como son las proteínas, pero si mejoran esta característica en la carne del muslo, proporcionando de esta manera una carne de mejor calidad para el consumidor, por lo que se pueden utilizar dietas con este nivel de concentraciones de energía T3 (3040 y 3120/Kcal EM, para la etapa de inicio y finalizado respectivamente), diferentes a los estándares o convencionales sin afectar las características y rendimientos de la canal y si mejorar los parámetros productivos significativamente de consumo de alimento y conversión alimenticia como en el T3.

En el segundo experimento durante el total de la prueba se observó que el efecto de la concentración de proteína sobre la variable ganancia de peso no presentó diferencia significativa ($P > 0.05$) entre los diferentes tratamientos, no ocurriendo así para la variable consumo de alimento ya que el T1 presentó una diferencia significativa ($P <$

0.05), siendo este el que registró mayor consumo. De igual manera, fueron significativos ($P < 0.05$) el T2 y T3 pero con un menor consumo; el T4 presentó valores intermedios. En lo que concierne a la conversión alimenticia, los tratamientos T1, T2 y T4 presentaron diferencia significativa ($P < 0.05$) siendo el T1 el que obtuvo una mayor conversión y el T2 y T4 registro una menor, el T3 presentó valores intermedios. Con respecto a peso vivo y peso de la canal caliente, no se presentó diferencia significativa ($P > 0.05$), entre los cuatro tratamientos utilizados. Las características de la canal (peso de pechuga, pierna y muslo, alas, carcasa y peso de grasa) no presentaron ningún efecto de esta concentración entre los tratamientos sobre la variable de peso en cada una de las partes de la canal ($P > 0.05$). De igual manera no existió diferencia significativa ($P > 0.05$) con respecto al peso de hígado, corazón y molleja entre los diferentes tratamientos, no ocurriendo así para el T1 en relación al rendimiento en canal, el cual presentó una diferencia significativa ($P < 0.05$), observándose que obtuvo el mejor rendimiento. Al mismo tiempo, el T3 fue significativo ($P < 0.05$), presentando el rendimiento más bajo, en tanto los tratamientos T2 y T4 presentaron valores intermedios. Con respecto a la composición bioquímica del musculo pectoral torácico, no se presentó diferencia significativa ($P > 0.05$), entre los tratamientos (T1, T2, T3 y T4) en cuanto a humedad, materia seca, cenizas y grasas. Por lo contrario, para proteína cruda existió una diferencia significativa ($P < 0.05$) en el T2, siendo este el que presentó mayor concentración. En la composición bioquímica de los músculos iliotibial craneal y lateral en cuanto a humedad, materia seca y grasa no presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$) en los diferentes tratamientos. En cuanto a cenizas los tratamientos T2 y T3 fueron significativos ($P < 0.05$), con el valor más alto, de igual manera el T1 fue significativo pero este presentó el valor más bajo, para la proteína cruda fue significativo ($P < 0.05$) para el T2 y T3 siendo el más alto y bajo respectivamente. Acorde con lo anterior, el efecto de la concentración de proteína en las dietas de pollos de engorda sobre las diferentes variable estudiadas no presentaron diferencia significativa entre los diferentes tratamientos de ambas fase (inicio y finalización), por lo que es recomendable seguir utilizando en todo el ciclo productivo la dieta del T2, considerando que los resultados de este tratamiento en el total de la prueba, presentaron una diferencia significativa ($P < 0.05$) en consumo de alimento y

conversión alimenticia, siendo estos los más bajos con respecto a los demás tratamientos. En cuanto a las características de la canal el T2 y T3 presentaron valores intermedios y para la composición bioquímica de los músculos estudiados, solo se presentó una diferencia significativa en la concentración de proteína del T2.

Abstract

Two experiments were carried out to observe the response of broiler chickens throughout their production cycle. The objective was to evaluate the productive parameters: feed intake, weight gain, feed conversion, percentage of mortality, performance of the pectoral muscles (thigh) and iliotibial (thigh) muscles, as well as the rest of the carcass (fat), and the biochemical characteristics of thoracic pectoral muscle (part of breast), cranial and lateral iliotibial (part of thigh) were also analyzed. In the first experiment was considered as a factor: energy density; (T), as follows: T1 diet with 2960 Kcal of Metabolizable Energy (MS) in the beginning stage (EI), 3040 Kcal MS in the final stage (EF); T2 diet with 3000 Kcal MS in EI, 3080 Kcal MS in EF; T3 diet with 3040 Kcal MS in EI, 3120 Kcal MS in EF; T4 diet with 3080 Kcal MS in EI, 3160 Kcal EM EF. For the second experiment, the following factors were considered: protein concentration; Taking 4 experimental treatments (T), as follows: T1 diet with 21.0% PC in (EI), 18.10% PC in (EF); T2 diet with 21.40% PC in IE, 18.50% PC in EF; T3 diet with 21.80% PC in IE, 18.90% PC in EF; T4 diet with 22.20% PC in IE, 19.30% PC in EF. In both experiments the following were considered: the study variables, such as the productive parameters, were analyzed by a variance in a completely randomized design and the least significant difference test. For the characteristics of the canal and biochemical analysis of thoracic, cranial and lateral iliotibial muscles, a subsampling was performed in which 2 birds per cage or random repetition were used. In a 42-day cycle, 200 male chickens from the Roos commercial line were used, which were distributed in 4 treatments with 5 replicates of 10 chickens each. The productive parameters were measured every 7 days, in terms of percentage of yield of breast, thigh, rest and channel characteristics, were evaluated at the end of the experiment, taking a sample of each treatment (two birds of each replicate were sacrificed). In the experiment number one it was observed that the results of the productive behavior during the total of the test, the energy concentration was only significant for the variables food consumption and mainly for the feed conversion of T3, which presented a significant difference ($p < 0.05$) with respect to the other treatments (T1, T2 and T4) for both initiation and completion phases. Regarding the results of the characteristics of the canal, there was no significant difference ($p > 0.05$) in the live weight and weight of the hot runner. Regarding the characteristics of the carcass (breast, leg and thigh weight, wings, carcass and fat weight), no effect was observed in each of the parts of the carcass ($p > 0.05$). As for the biochemical composition of thoracic pectoral muscle, there was a significant difference ($p < 0.05$), in moisture and dry matter of T3 and T4, T1 and T2 presented intermediate values. As regards ashes, T2 and T3 had a significant difference ($p < 0.05$). For fat, T1 had a significant ($p < 0.05$) high content with respect to T2 and T4 while T3 was intermediate.

In the case of crude protein present in chest muscle meat (breast), there was no effect of energy concentration on the different treatments ($p > 0.05$). The biochemical composition of the iliotibial cranial and lateral muscles (thigh) in terms of moisture, dry matter and fat in the different treatments did not present significant difference ($p > 0.05$). As for ash and crude protein of T2 and T3, a significant difference ($p < 0.05$) was observed in T3, the highest level of protein, while in T2 the lowest level of ash and crude protein were observed. T1 and T4 presented intermediate values. Indicating the above that diets with high concentrations in energy do not alter one of the main biochemical properties of the meat in breast as are the proteins, but if they improve this characteristic in the meat of the thigh, thus providing a meat of better quality for (3040 and 3120 / Kcal EM, for the start and end stage respectively), different from the standard or conventional ones without affecting the characteristics and performance of the Channel and if they improve the productive parameters significantly of food consumption and feed conversion as in T3.

In the second experiment, it was observed that the effect of the protein concentration on the weight gain variable did not present a significant difference ($P > 0.05$) between the different treatments, That T1 had a significant difference ($P < 0.05$), the latter being the one that registered the highest consumption, similarly ($P < 0.05$) were significant for T2 and T3 but with a lower consumption, as for T4, there were intermediate values ($P < 0.05$), with T1 being the one that obtained the highest conversion and T2 and T4 being the lowest, T3 presented intermediate values. With respect to live weight and warm channel weight, there was no significant difference ($P > 0.05$) among the four treatments used. The characteristics of the carcass (breast, leg and thigh weight, wings, carcass and fat weight) had no effect of this concentration between treatments on the weight variable in each of the parts of the carcass ($P > 0.05$). Similarly, there was no significant difference ($P > 0.05$) with respect to liver, heart and gizzard weight among the different treatments. This was not the case for T1 in relation to the performance in the canal, which presented a significant difference ($P < 0.05$). It was observed that it obtained the best performance, in the same way T3 was significant ($P < 0.05$) While T2 and T4 treatments presented intermediate values. Regarding the biochemical composition of the thoracic pectoral muscle, there was no significant difference ($P > 0.05$) between treatments (T1, T2, T3 and T4) in terms of moisture, dry matter, ash and fat. On the contrary, for crude protein, there was a significant difference ($P < 0.05$) in T2, with the latter presenting the highest concentration. In the biochemical composition of the iliotibial cranial and lateral muscles in terms of moisture, dry matter and fat did not present significant difference ($P > 0.05$) in the different treatments. As for ash, treatments T2 and T3 were significant ($P < 0.05$), with the highest value, similarly T1 was

significant but the lowest value for crude protein was significant ($P < 0.05$) for The T2 and T3 being the highest and lowest respectively. Indicating the above that the effect of protein concentration on broiler diets, on the different variables studied did not present significant difference between the different treatments of both phase (beginning and end), so it is advisable to continue to use in all The productive cycle of the T2 diet, considering that the results of this treatment in the total of the test, presented a significant difference ($P < 0.05$) in food consumption and feed conversion, being these the lowest with respect to the other treatments , Regarding the characteristics of the channel T2 and T3 presented intermediate values and for the biochemical composition of the studied muscles only a significant difference in the protein concentration of T2 was presented.

Índice de Contenido

1. Introducción.....	1
2. Antecedentes.....	4
2.1 Avicultura y su importancia.....	4
2.2 Carbohidratos.....	6
2.3 Digestión de carbohidratos.....	10
2.4 Metabolismo de los carbohidratos en monogástricos.....	11
2.5 Grasas.....	12
2.6 Digestión y absorción lipídica en aves.....	16
2.7 Proteínas.....	18
2.8 Clasificación de los aminoácidos de acuerdo a las necesidades de los animales.....	20
2.9 Principales fuentes de proteína animal.....	21
2.10 Digestión de proteínas.....	21
2.11 Investigaciones sobre diferentes concentraciones de nutrientes en la dieta del pollo de engorda que influyan sobre los parámetros productivos.....	22
2.12 Investigaciones sobre diferentes concentraciones de nutrientes en la dieta del pollo de engorda que influyan sobre las características de la canal.....	36
2.13 Investigaciones sobre diferentes concentraciones de nutrientes en la dieta del pollo de engorda que influyan sobre las características bioquímicas de los músculos de la carne.....	49
3. Justificación.....	53
4. Hipótesis.....	54
5. Objetivos.....	55
5.1 Objetivo General.....	55
5.2 Objetivos específicos.....	55
6. Material y Métodos.....	56
6.1 Área de estudio.....	56
6.2 Instalaciones y equipo.....	56
6.3 Material biológico.....	56
6.4 Variables.....	57
6.5 Manejo de las aves.....	57

6.6 Toma procesamiento y evaluación de muestras.....	60
6.7 Análisis de datos y modelos estadísticos.....	60
7. Resultados, Discusiones y Conclusiones del Experimento número uno....	61
7.1 Resultados de parámetros productivos, ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.....	61
7.2 Discusión de parámetros productivos, ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.....	62
7.3 Conclusiones de parámetros productivos, ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.....	66
7.4 Resultados de características de la canal.....	67
7.5 Discusión de características de la canal.....	67
7.6 Conclusiones de características de la canal.....	71
7.7 Resultados de la composición química de músculos pectoral torácico (parte de pechuga), iliotibial craneal y lateral (parte de muslo) de pollos de engorda machos.....	72
7.8 Discusión de la composición química de músculos pectoral torácico (parte de pechuga), iliotibial craneal y lateral (parte de muslo) de pollos de engorda machos.....	73
7.9 Conclusiones de la composición química de músculos pectoral torácico (parte de pechuga), iliotibial craneal y lateral (parte de muslo) de pollos de engorda machos.....	75
8. Resultados, Discusiones y Conclusiones del Experimento número dos.....	76
8.1 Resultados de parámetros productivos, ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.....	76
8.2 Discusión de parámetros productivos, ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.....	77
8.3 Conclusiones de parámetros productivos, ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.....	79
8.4 Resultados de características de la canal.....	80
8.5 Discusión de características de la canal.....	81
8.6 Conclusiones de características de la canal.....	83
8.7 Resultados de la composición química de músculos pectoral torácico (parte de pechuga), iliotibial craneal y lateral (parte de muslo) de pollos de engorda machos.....	83

8.8 Discusión de la composición química de músculos pectoral torácico (parte de pechuga), iliotibial craneal y lateral (parte de muslo) de pollos de engorda machos.....	84
8.9 Conclusiones de la composición química de músculos pectoral torácico (parte de pechuga), iliotibial craneal y lateral (parte de muslo) de pollos de engorda machos.....	86
9 Bibliografía.....	87
10 Anexos.....	94

1. Introducción

Durante el año 2014, la industria avícola mexicana registró un crecimiento de 2.8% respecto al observado durante 2013, al destacar que la producción avícola en 2014 alcanzó 5 millones 574 mil 554 toneladas de alimentos en los que se incluye: huevo, pollo y pavo, de las cuales 2 millones 994 mil 254 toneladas corresponden a la producción de pollo. Al término del 2014, la producción de carne de pollo creció 3%, respecto a lo logrado en 2013. Cabe mencionar que la avicultura participó con 63% de la producción pecuaria en el país, 34.1% de la cual fue aportada por el pollo durante este mismo año. Se debe hacer mención que en materia de consumos, el consumidor mantiene una alta preferencia por los productos avícolas, por ejemplo, para el caso de la carne de pollo el consumo per cápita logrado en 2014 fue de 25.6 kg, mientras que el consumo per cápita aparente llegó a los 29.3 kg. Se debe destacar que la carne de pollo es una fuente de proteína de calidad que se encuentra al alcance de la mayoría de la población y que la avicultura es la principal industria transformadora de proteína vegetal en proteína animal (UNA 2014).

Por semana nuestro país produce alrededor de 28 millones de pollos, los cuales son comercializados en cinco clasificaciones reconocidas en el mercado mexicano: vivo 33%, tipo rosticero 26%, tipo mercado público 19%, tipo supermercado 12%, en piezas 6% y con valor agregado 4 por ciento (UNA 2014). Los principales productores avícolas de pollo de engorda durante el año 2014 fueron: Aguascalientes y Querétaro 11%, la región de la Comarca Lagunera y Veracruz 10%, Jalisco 8%, Puebla 7%, Yucatán y Chiapas 6%, le siguen Estado de México, Guanajuato con 5% cada uno, Sinaloa con 4%; Nuevo León, San Luis Potosí e Hidalgo con 3%; Morelos y Michoacán con 2 por ciento.

A nivel mundial México es el séptimo productor de pollo después de Estados Unidos, China, Brasil, Unión Europea, India y Rusia. En el mismo ámbito, nuestro país ocupa el sexto lugar en la producción de huevo, detrás de China, Estados Unidos, India, Japón y Rusia (UNA 2015). En la alimentación del

mexicano, el sector avícola juega un papel importante, ya que 6 de cada 10 personas incluyen en su dieta productos avícolas (huevo y pollo). Esto se debe, en parte, a que los precios de huevo y pollo se han reducido en términos reales en la última década, y también a que ambos son alimentos nutritivos y versátiles en su preparación (UNA 2013).

Por su corto ciclo de vida (42 d) el pollo de engorda se cría en sistemas intensivos de alta producción. Las dietas para pollos de engorda en México se basan principalmente en grano de sorgo, maíz y pasta de soya; estos ingredientes son de alto costo básicamente por ser de importación. En México el sorgo se importó en un 40 % y la soya en 99% del consumo durante el 2014 (SIAP, 2014) y se estima que los alimentos balanceados representan entre el 75 y el 80 por ciento del costo total de este tipo de producción. Por esto, se hace necesario buscar alternativas para reducir los costos de alimentación, incrementar las ganancias del productor de pollo, contribuir con alimentos de alta calidad para la población y disminuir la contaminación ambiental (Branson, 2012).

Los carbohidratos presentes en los granos son la principal fuente de energía en dietas para aves. El pollo de engorda requiere en su dieta ingredientes con alta densidad calórica (mayor que los granos) como las grasas (de origen animal, aceites vegetales o una combinación de ellas), para cubrir las necesidades de energía metabolizable (EM) que permita desarrollar su potencial genético (NRC, 1994).

La principal fuente de grasa de origen animal utilizada en las dietas para los animales es el sebo de res. El sebo o grasa animal es un subproducto derivado principalmente de desperdicios de carne y vísceras, mayormente de ganado vacuno (Plascencia et al., 2005). También presenta un menor valor energético que los aceites vegetales. La grasa de reciclado (conocida como grasa amarilla, por su apariencia) es la grasa de restaurante o grasa de cocina. La mayor parte de grasa amarilla recobrada es de origen vegetal que ha sido parcialmente hidrogenada

para un mejor desempeño en el proceso de cocinado, de tal forma que la proporción de insaturados: saturados es de 2:6 aproximadamente (Zinn, 1988). Debido a la diversidad de sus fuentes, la grasa amarilla no es muy uniforme en su composición y puede variar de un área a otra, o de una planta a otra. De acuerdo a los parámetros establecidos por la Asociación Americana de Grasas y Aceites (AFOA, 1999).

Las proteínas están formadas por aminoácidos (AA) y de acuerdo al número, tipo y orden de AA en la molécula proteínica, le concede propiedades específicas, así como la calidad nutricional. Es decir, la calidad nutricional está en función de la cercanía que esté la composición de AA a las necesidades de los animales para cubrir los requerimientos de crecimiento, mantenimiento y producción. Desde el punto de vista de la nutrición, los AA que forman la proteína son en realidad los nutrientes esenciales, más que la misma molécula proteínica (Jurgens M. 2012).

El continuo progreso que presenta la industria avícola, es producto de la contribución científica y tecnológica de las diferentes áreas relacionadas con el ramo, siendo el desarrollo genético uno de los renglones que continuamente está generando aves con mejor desempeño. Obviamente la nutrición se encuentra involucrada y está directamente relacionada a este desarrollo, es por ello que de manera continua deben llevarse a cabo investigaciones sobre los nuevos requerimientos nutricionales del pollo de engorda y que estos no produzcan cambios negativos, si no que mejoren los parámetros productivos, las propiedades bioquímicas (proteína y grasa) de la carne de sus principales piezas (pechuga y muslos), así como el rendimiento de estos. El nutricionista precisa disponer de información actualizada y no basarse de tablas nutricionales desactualizadas para este tipo de ave, las cuales son consultadas para poder balancear una ración. Aunado a esto, al utilizar diferentes densidades de energía y proteína en la dieta del pollo de engorda no han dado ningún resultado concluyente. Por lo que en la presente investigación se tiene como objetivo evaluar los parámetros productivos,

rendimiento en canal y cortes principales, así como la composición bioquímica de pechuga y muslo de pollo de engorda machos alimentados con diferentes niveles de energía y proteína en las dietas respecto a los utilizados convencionalmente o los indicados en la tablas nutricionales que existen, en cada uno de los períodos de alimentación hasta su ciclo de 42 días de edad.

2. Antecedentes

2.1 Avicultura y su importancia.

Durante el año 2014, la industria avícola mexicana registró un crecimiento de 2.8% respecto al observado durante 2013, al destacar que la producción avícola en 2014 alcanzó 5 millones 574 mil 554 toneladas de alimentos en los que se incluye: huevo, pollo y pavo, de las cuales 2 millones 994 mil 254 toneladas corresponden a la producción de pollo. Al término del 2014, la producción de carne de pollo creció 3%, respecto a lo logrado en 2013. Cabe mencionar que la avicultura participó con 63% de la producción pecuaria en el país, 33.5% de la cual fue aportada por el pollo durante este mismo año. El consumidor mantiene una alta preferencia por los productos avícolas, por ejemplo, para el caso de la carne de pollo el consumo per cápita logrado en 2014 fue de 25.6 kg, mientras que el consumo per cápita aparente llegó a los 29.3 kg. La carne de pollo es una fuente de proteína de calidad que se encuentra al alcance de la mayoría de la población y cabe destacar que la avicultura es la principal industria transformadora de proteína vegetal en proteína animal (UNA 2014).

Semanalmente nuestro país produce alrededor de 28 millones de pollos, los cuales son comercializados en cinco clasificaciones reconocidas en el mercado mexicano: vivo 33%, tipo rosticero 26%, tipo mercado público 19%, tipo supermercado 12%, en piezas 6% y con valor agregado 4 por ciento. Los principales productores avícolas de pollo de engorda durante el año 2014 fueron: Aguascalientes y Querétaro 11%, La región de la Comarca Lagunera y Veracruz 10%, Jalisco 8%, Puebla 7%, Yucatán y Chiapas 6%, le siguen Estado de México, Guanajuato con 5% cada uno, Sinaloa con 4%; Nuevo León, San Luis Potosí e Hidalgo con 3%; Morelos y Michoacán con 2 por ciento (UNA 2014).

A nivel mundial México es el séptimo productor de pollo después de Estados Unidos, China, Brasil, Unión Europea, India y Rusia. En el mismo ámbito, nuestro país ocupa el sexto lugar en la producción de huevo, detrás de China, Estados Unidos, India, Japón y Rusia. En la alimentación de la población en México, el

sector avícola juega un papel importante, ya que 6 de cada 10 personas incluyen en su dieta productos avícolas (huevo y pollo), esto se debe, en parte, a que los precios de huevo y pollo se han reducido en términos reales en la última década, y también a que ambos son alimentos nutritivos y versátiles en su preparación (UNA 2013).

Por su corto ciclo de vida (42 d,) el pollo de engorda se cría en sistemas intensivos de alta producción. Las dietas para pollos de engorda en México se basan principalmente en grano de sorgo, maíz y pasta de soya; estos ingredientes son de alto costo básicamente por ser de importación. En México el sorgo se importa en un 40 % y la soya en 99% del consumo durante el 2014 (SIAP, 2014), estimándose que los alimentos balanceados representan entre el 75 y el 80 por ciento del costo total de este tipo de producción. Por esto, se hace necesario buscar alternativas para reducir los costos de alimentación, incrementar las ganancias del productor de pollo, contribuir con alimentos de alta calidad para la población y disminuir la contaminación ambiental (Branson, 2012).

De los costos totales de la alimentación, alrededor del 95 por ciento se destina a satisfacer las necesidades de energía y proteínas, del 3 al 4 por ciento aproximadamente a las necesidades de los principales minerales, oligoelementos y vitaminas y del 1 al 2 por ciento a los distintos aditivos para alimentos animales. Las dietas para las aves se formulan a partir de una mezcla de ingredientes, entre ellos granos de cereales, subproductos de cereales, grasas, fuentes de proteínas vegetales, subproductos de origen animal, suplementos vitamínicos y de minerales, aminoácidos cristalinos y aditivos para alimentos. Estos se unen al menor costo posible teniendo en cuenta su contenido de nutrientes, así como su precio unitario.

Las fuentes de energía constituyen el principal componente de las dietas de las aves, seguidas por las fuentes de proteínas vegetales y de las fuentes de proteínas animales. A nivel mundial, el maíz es la fuente de energía más utilizada,

mientras que la harina de soja es una fuente de proteínas vegetales habitual. Sin embargo, otros cereales como el trigo y el sorgo, y las harinas de proteínas vegetales tales como las harinas de canola, arvejas y girasol, también se utilizan con frecuencia en algunos países. Los principales ingredientes proteicos de origen animal son la harina de pescado y la harina de carne. El desvío de granos, en particular el maíz, del mercado de alimentos animales a la producción de etanol es un hecho reciente que ha causado graves problemas de abastecimiento de cereales en el mercado mundial, con un drástico aumento de los precios. Debido a las políticas gubernamentales para promover el uso de los biocombustibles, la producción mundial de etanol ha experimentado un rápido incremento en los últimos años y se prevén ulteriores incrementos significativos en el futuro. A pesar de los precios récord, la demanda de importación de los ingredientes principales en los países en desarrollo sigue creciendo para poder satisfacer la demanda de alimentación de un sector avícola en expansión, ejerciendo aún mayor presión sobre los precios. Paradójicamente, la solución de la subida desorbitada del precio del maíz podría provenir de la misma industria de los biocombustibles, ya que se ha demostrado que su principal subproducto los granos secos de destilería con solubles (DDGS) son una buena fuente de energía y aminoácidos disponibles. En todo el mundo, los fabricantes de piensos están mostrando vivo interés en los DDGS debido a su rentabilidad y disponibilidad. Los DDGS de buena calidad son un ingrediente potencialmente útil dado que tienen un contenido de un 25 por ciento de proteínas y un 10 por ciento de grasas, aproximadamente, y son ricos en vitaminas y minerales. La disponibilidad de aminoácidos en los DDGS es similar a la de la harina de soja. Esta puede ser la única materia prima cuyo suministro está asegurado y se incrementará en el futuro (Cortes, 2012).

2.2 Carbohidratos

El cereal forrajero más utilizado en los alimentos para las aves en todo el mundo es el maíz. Ello se debe principalmente a que su fuente de energía es el almidón, el cual resulta altamente digestible para las aves. Además, tiene una elevada palatabilidad, es una fuente de alta densidad de energía fácilmente

disponible y está libre de factores antinutricionales. El valor de energía metabolizable del maíz suele considerarse el metro de comparación para otras fuentes de energía. En América del Norte y el Brasil, la industria de fabricación de piensos se ha beneficiado de los excedentes de maíz gracias a la creciente mecanización y la aplicación de técnicas genéticas y agronómicas para aumentar la productividad. La otra fuente de energía que satisface casi los mismos criterios que el maíz es el sorgo con bajo contenido de taninos. El sorgo puede cultivarse en zonas con escasas precipitaciones y es un cultivo popular en las regiones calurosas y propensas a la sequía. El alto contenido de tanino de muchas de las tradicionales variedades de sorgo limita su uso en las dietas de las aves, pero en la actualidad hay variedades con bajo contenido de taninos disponibles que pueden utilizarse en las dietas de las aves sin ningún tipo de limitación. El valor energético del sorgo con bajo contenido de taninos es el 90-95 por ciento del valor del maíz (Church, 2004).

La principal fuente de energía en una dieta para aves, son los carbohidratos presentes en los granos. Los carbohidratos, hidratos de carbono o azúcares son compuestos orgánicos integrados por carbono, oxígeno e hidrógeno. Son muy abundantes en los vegetales en los que frecuentemente sobrepasan el 75% de la materia seca, a diferencia de los organismos animales en cuya composición entran en un porcentaje mucho más bajo. Los carbohidratos presentes en las plantas proporcionan energía y fibra. Los vegetales son la fuente más importante de energía para los herbívoros y no solo proporcionan carbohidratos solubles sino que también son la fuente necesaria de fibra dietética especialmente importante en los rumiantes para la estimulación de la rumia (Church, 2004).

Clasificación.

Los carbohidratos de bajo peso molecular se conocen comúnmente como "azúcares". Se clasifican según el número de unidades estructurales de azúcares sencillos en monosacáridos, disacáridos y oligosacáridos, mientras que los carbohidratos de alto peso molecular se conocen como polisacáridos.

Monosacáridos.

Los monosacáridos también se clasifican en dos grandes grupos dependiendo de la posición del grupo carbonilo (C=O) que los caracteriza. Si el grupo carbonilo está localizado en un carbono terminal se trata de una "aldosa" y si éste grupo está localizado sobre un carbono secundario el azúcar es una "cetosa".

Monosacáridos más importantes:

Pentosas:

Arabinosa: forma parte de hemicelulosas, presente en la goma arábiga y otras gomas

Xilosa: integrante de xilanas, pentosanas que constituyen la cadena principal de las hemicelulosas de la hierba.

Ribosa: presente en el ARN en todas las células vivas.

Hexosas:

Glucosa: azúcar de uvas, frutas, miel, sangre, linfa y componente de muchos oligosacáridos y polisacáridos.

Fructosa: azúcar de fruta, hojas verdes, miel, muy dulce, las plantas verdes frondosas tienen mucha.

Manosa: no se encuentra libre. Forma polímeros, presente en hongos y bacterias.

Galactosa: tampoco se encuentra libre. Importante por formar parte de la molécula de lactosa, presente en la leche.

Disacáridos y oligosacáridos

Los disacáridos son sustancias cuyas moléculas están constituidas por dos unidades de monosacárido. Los disacáridos más comunes son la maltosa, la lactosa y la sacarosa. Tienen también en común el hecho de que, al menos uno de los monosacáridos que conforman el dímero, es D-glucosa.

Sacarosa: es el más ubicuo y abundante en vegetales, presente en la caña de azúcar, en la remolacha y en las frutas en general. Constituido por glucosa y fructosa.

Lactosa: es el azúcar de la leche. Se forma en la glándula mamaria, fermenta con facilidad por lo que se agria. Constituido por glucosa y galactosa.

Maltosa: azúcar de malta, que se obtiene por ejemplo a partir del almidón en la germinación y fermentación del grano de cebada. Constituido por dos moléculas de glucosa.

Polisacáridos

Son polímeros constituidos por cadenas de monosacáridos, que se unen por medio de enlaces glucosídicos. Los polisacáridos, conocidos también como: "Glucanos", se diferencian entre sí por la clase de monosacáridos que los constituyen, por la longitud de las cadenas, por el grado de ramificación y por su origen biosintético. Los "homopolisacáridos" están constituidos por un solo tipo de monosacárido, mientras que los "heteropolisacáridos", por dos o más clases de monosacáridos.

Entre los más importantes están los siguientes:

Almidón

El almidón es un homopolisacárido constituido por unidades de D-glucosa que forman el enlace glucosídico mediante enlaces tipo $\alpha(1-4)$ y $\alpha(1-6)$. En el tejido de los frutos y raíces vegetales el polímero se forma de tamaños variados con pesos moleculares que varían desde miles hasta 500.000. El almidón presenta dos tipos de agrupaciones moleculares: amilosa y amilopectina. La amilosa se caracteriza porque sus cadenas largas, no ramificadas y por lo general forman una estructura helicoidal. Es posible preparar soluciones coloidales de amilosa, pero ésta no es soluble en agua; de hecho para las aplicaciones domésticas e industriales suelen utilizarse las preparaciones coloidales en agua.

La amilopectina es un polímero de D-glucosa de cadenas ramificadas de longitud media (24 a 30 unidades por ramificación). Los enlaces glucosídicos de la cadena principal (esqueleto) son del tipo $\alpha(1\rightarrow4)$ pero los de los puntos de ramificación son $\alpha(1\rightarrow6)$. La amilopectina constituye el 80% de casi todos los almidones. Es muy viscosa y es fácilmente hidrolizada por la amilasa. El almidón se encuentra

abundantemente en los granos, semillas, tubérculos y frutas. Es la fuente principal de carbohidratos para el hombre.

Glucógeno

El glucógeno, también llamado almidón animal es un homopolímero de glucosa análogo al almidón vegetal pero con una grado mayor de ramificación al de la amilopectina y más compacto. Abunda principalmente en el hígado de los animales superiores, constituyendo el 10% de su peso húmedo. Se halla también en proporción del 1 al 2% en el músculo esquelético.

Celulosa

Es el constituyente principal de las membranas de las células vegetales y es prácticamente insoluble en agua y resistente a la digestión ácida y a la acción de las amilasas gástricas. Cuando se hidroliza produce glucosa pero no sufre alteración significativa en el tracto digestivo, como si ocurre con los almidones, el glucógeno y las dextrinas. Los animales herbívoros, cuya base alimenticia es rica en celulosa, han desarrollado un sistema mediante el cual algunas bacterias, levaduras y protozoos presentes en el rumen o en el intestino grueso degradan parcialmente la celulosa para formar, D-glucosa y ácidos grasos inferiores que el animal utiliza para fines energéticos. La celulosa también es un homopolímero lineal y se diferencia de los almidones en el tipo de enlace glucosídico que forma: mientras que el enlace glucosídico de los almidones y el glucógeno es principalmente del tipo α (1 \rightarrow 4), el de la celulosa es del tipo β (1 \rightarrow 4). Se ha estimado el peso molecular de celulosas de diversas procedencias encontrándose un rango amplio de variación: 50.000 a 2500000, el equivalente a un rango de 300 a 15000 unidades de glucosa por molécula. Las pruebas de difracción con rayos X demuestran que las moléculas de celulosa están organizadas en cadenas paralelas que forman fibrillas, las cuales se aglutinan por otros polímeros hemicelulosa, pectina y extensina.

Hemicelulosa

Son polisacáridos integrantes de las paredes celulares de los vegetales similares a la celulosa, pero se degradan más fácilmente. También es importante considerar que estos compuestos varían dependiendo de la edad, y variabilidad de las especies cultivadas y mejoradas. La hemicelulosa se caracteriza por ser una molécula con ramificaciones, como lo es el ácido urónico, capaz de unirse a las otras moléculas mediante enlaces que constituyen la pared rígida que protege a la célula de la presión ejercida sobre esta por el resto de las células que la rodean.

Pectina

Aparece en los espacios intercelulares como sustancia cementante, suele constar de una cadena polisacárida con cadenas laterales de arabana y galactana que se esterifican con Calcio y Magnesio. La actividad microbiana del rumen e intestino grueso la digieren. También se comporta como antidiarreico al retener agua (Jurgens 2012).

2.3 Digestión de carbohidratos

Los carbohidratos de los alimentos son principalmente almidones, sacarosa, lactosa y fibra. El almidón es un polisacárido que contiene glucosa y consiste de una cadena de unidades α - 1,4-glucosil. La mayoría de los almidones son de tipo ramificado (amilopectina) y contiene también enlaces ramificados α - 1,6. La sacarosa y lactosa son disacáridos que consisten de glucosa y fructosa (sacarosa) y glucosa y galactosa (lactosa), respectivamente. La fibra incluye las hemicelulosas (polímeros de pentosa o hexosa) y la celulosa, la cual contiene polímeros de glucosa no ramificados con enlaces β - 1,4. (Dukes 2008). La fase luminal del almidón consiste en la hidrólisis enzimática, mediante α - amilasa pancreática, de los enlaces α - 1,4 interiores de la molécula de almidón para producir oligosacáridos como productos finales en el lumen duodenal. La α -amilasa es poco específica para los enlaces más externos de la molécula y no rompe los enlaces ramificantes 1,6, los productos finales de la digestión con amilasa son trisacáridos con enlaces 1,4 y disacáridos (maltotriosa y maltosa) y un

grupo de oligosacáridos ramificados que contiene enlaces α - 1,6 y α - 1,4, conocidos como α -dextrinas. No se forma glucosa libre en la hidrólisis con amilasa pancreática. Además, la amilasa pancreática es incapaz de hidrolizar polímeros de glucosa con enlaces β ; por lo que los carbohidratos fibrosos que contiene este enlace no se digieren en el intestino delgado. La mucosa no puede absorber los productos de la digestión luminal de los carbohidratos, deben de degradarse en monosacáridos antes de su transporte a la célula epitelial. En la fase mucosa de esta degradación se logra mediante sacaridasas específicas en el borde en cepillo de la célula epitelial. Estas enzimas se incorporan a la membrana luminal de la célula y migran hacia el extremo de las microvellosidades, la hidrólisis ocurre en la posición yuxtaluminal. La etapa final de la asimilación de los carbohidratos es el transporte de los monosacáridos a la célula epitelial. En el caso de la glucosa, esto se realiza mediante un mecanismo de transporte específico en la membrana luminal que requiere la presencia de sodio. Esto sucede en contra de un gradiente de concentración por un proceso llamado transporte activo, de esta manera este monosacárido entra a la célula epitelial, difundándose a favor de su gradiente de concentración hacia la sangre portal para su traslado a los tejidos generales del organismo (Dukes, 2008).

2.4 Metabolismo de los carbohidratos en monogástricos.

El metabolismo de los carbohidratos es muy importante en todos los animales pues son la fuente esencial de energía para el organismo además de ser los productos iniciales para la síntesis de grasas y aminoácidos no esenciales. El producto principal de la digestión de los carbohidratos en los monogástricos es la glucosa originada principalmente a partir del almidón. Constituye asimismo, el material inicial para los procesos de síntesis. La glucosa se mueve por el organismo a través de la sangre y su nivel (glucemia) se mantiene dentro de unos límites bastante estrechos (70-100 mg/100 ml, en monogástricos). Este nivel es el resultado de dos procesos opuestos: paso de glucosa a sangre procedente del alimento y de la acumulada en el hígado y otros órganos y salida de glucosa del torrente circulatorio con fines de oxidación y síntesis en los tejidos donde sea

requerida (hígado, cerebro, músculos, etc.). Este proceso implica el paso de la glucosa circulante a glucógeno (glucogénesis) que se desarrolla fundamentalmente en el hígado, y la reconversión del glucógeno en glucosa (glucogenolisis) (Dukes, 2008).

Otra fuente de energía son las grasas o lípidos, los cuales se definen químicamente como sustancias orgánicas insolubles en agua pero solubles en disolventes orgánicos. Dentro del término general de lípidos se incluyen distintos compuestos que tienen en común contar con ácidos grasos en su estructura. Comprende productos tales como triglicéridos o grasas neutras (molécula formada por tres ácidos grasos unidos mediante un enlace éster o glicerol), lípidos estructurales (tales como la lecitinas en las cuales uno de los ácidos grasos es sustituido por un grupo fosfórico), ceras (ésteres de alcoholes de cadena larga de origen vegetal), ácidos grasos libres (procedentes de los procesos de refinado de la industria de aceites comestibles y otras) y jabones cálcicos (molécula sin glicerol y con ácidos grasos saponificados por el ion calcio) (Mateo, 2008).

La principal fuente de energía en una dieta para aves son los carbohidratos presentes en los granos; sin embargo, en el caso del pollo de engorda en donde los requerimientos de energía son relativamente altos, se tiene que incluir en la dieta ingredientes tales como grasas, aceites vegetales o una combinación de ellas para cubrir las necesidades de energía metabolizable (EM) que permita desarrollar su potencial genético (NRC, 1994). El uso de grasas de origen animal en la dieta de los animales domésticos ha sido reportada desde principios del siglo pasado con buenos resultados, y se ha estado incrementando su uso por su alta concentración de energía a bajo costo, sin embargo existen factores que afectan la digestibilidad y la disponibilidad de su energía, como la composición de los ácidos grasos, nivel de inclusión de la grasa en la dieta, la edad del ave y la interacción de los ácidos grasos con otros componentes en el alimento (Ketels, 1989).

Las industrias de alimentos balanceados y de ingredientes son los usuarios más grandes de las grasas animales recicladas, aceites reciclados de restaurante y de cocina. Las grasas son la materia prima para alimentos balanceados y para consumo humano más densa en energía. La industria del reciclaje a nivel mundial procesa unas 5, 266,400 toneladas al año de sus respectivas grasas como sigue: sebo comestible (13.96 %), sebo no comestible (33.15%), manteca y grasa (11.22%), grasa amarilla (22.62%), grasa avícola (19.03%). La grasa amarilla proviene principalmente de fuentes de grasa de restaurante y aceite para cocinar recicladas; También pueden incluir subproductos químicos y otros industriales (Ortiz, 2008).

2.5 Grasas

En bioquímica, grasa es un término genérico para designar varias clases de lípidos, aunque generalmente se refiere a los acilglicéridos, ésteres en los que uno, dos o tres ácidos grasos se unen a una molécula de glicerina, formando monoglicéridos, diglicéridos y triglicéridos respectivamente. Las grasas están presentes en muchos organismos. El tipo más común de grasa es aquél en que tres ácidos grasos están unidos a la molécula de glicerina, recibiendo el nombre de triglicéridos o triacilglicéridos. Los triglicéridos sólidos a temperatura ambiente son denominados grasas, mientras que los que son líquidos son conocidos como aceites. Mediante un proceso tecnológico denominado hidrogenación catalítica, los aceites se tratan para obtener mantecas o grasas hidrogenadas. Aunque actualmente se han reducido los efectos indeseables de este proceso, dicho proceso tecnológico aún tiene como inconveniente la formación de ácidos grasos cuyas insaturaciones (dobles enlaces) son de configuración trans (Wardlaw, 1990).

Todas las grasas son insolubles en agua, teniendo una densidad significativamente inferior, es decir, no se disuelve. Químicamente, las grasas son generalmente triésteres del glicerol y ácidos grasos. Las grasas pueden ser sólidas o líquidas a temperatura ambiente, dependiendo de su estructura y

composición. Aunque las palabras "aceites", "grasas" y "lípidos" se utilizan para referirse a las grasas, "aceites" suele emplearse para referirse a lípidos que son líquidos a temperatura ambiente, mientras que "grasas" suele designar los lípidos sólidos a temperatura ambiente. La palabra "lípidos" se emplea para referirse a ambos tipos, líquidos y sólidos. La palabra "aceite" se aplica generalmente a cualquier sustancia grasosa inmiscible con agua, tales como el petróleo y el aceite de cocina, independientemente de su estructura química. Las grasas forman una categoría de lípidos que se distinguen de otros lípidos por su estructura química y sus propiedades físicas. Esta categoría de moléculas es importante para muchas formas de vida y cumple funciones tanto estructurales como metabólicas. Las grasas constituyen una parte muy importante de la dieta de la mayoría de los seres heterótrofos (incluidos los seres humanos). Ejemplos de grasas comestibles son la manteca, la margarina, la mantequilla y la crema. Las grasas o lípidos son degradadas en el organismo por las enzimas llamadas lipasas (Williams, 1999).

En función del tipo de ácidos grasos que formen predominantemente las grasas, y en particular por el grado de insaturación (número de enlaces dobles o triples) de los ácidos grasos, podemos distinguir: a) Grasas saturadas.- formadas mayoritariamente por ácidos grasos saturados. Aparecen por ejemplo en el tocino, en el sebo, en las mantecas de cacao o de cacahuete, etc. Este tipo de grasas es sólida a temperatura ambiente. Las grasas formadas por ácidos grasos de cadena larga (más de 8 átomos de carbono), como los ácidos láurico, mirístico y palmítico, se consideran que elevan los niveles plasmáticos de colesterol asociado a las lipoproteínas LDL. Sin embargo, las grasas saturadas basadas en el esteárico tienen un efecto neutro. La mayoría de grasas saturadas son de origen animal, pero también se encuentra un contenido elevado de grasas saturadas en productos de origen vegetal, como puede ser por su contenido de grasas saturadas: el aceite de coco (92%) y aceite de palma (52%). b).- Grasas insaturadas: formadas principalmente por ácidos grasos insaturados como el oleico o el palmitoleico. Son líquidas a temperatura ambiente y comúnmente se les conoce como aceites. Pueden ser por ejemplo el aceite de oliva, de girasol, de

maíz. Son las más beneficiosas para el cuerpo humano por sus efectos sobre los lípidos plasmáticos y algunas contienen ácidos grasos que son nutrientes esenciales, ya que el organismo no puede fabricarlos y el único modo de conseguirlos es mediante ingestión directa. Ejemplos de grasas insaturadas son los aceites comestibles. Las grasas insaturadas pueden subdividirse en: a).- Grasas monoinsaturadas. Son las que reducen los niveles plasmáticos de colesterol asociado a las lipoproteínas LDL3 (las que tienen efectos aterogénicos, por lo que popularmente se denominan "colesterol malo"). Se encuentran en el aceite de oliva, el aguacate, y algunos frutos secos. Elevan los niveles de lipoproteínas HDL (llamadas comúnmente colesterol "bueno"). B).- Grasas poliinsaturadas (formadas por ácidos grasos de las series omega-3, omega-6). Los efectos de estas grasas sobre los niveles de colesterol plasmático dependen de la serie a la que pertenezcan los ácidos grasos constituyentes. Así, por ejemplo, las grasas ricas en ácidos grasos de la serie omega-6 reducen los niveles de las lipoproteínas LDL y HDL, incluso más que las grasas ricas en ácidos grasos monoinsaturados. Por el contrario, las grasas ricas en ácidos grasos de la serie omega-3 (ácido docosahexaenoico y ácido eicosapentaenoico) tienen un efecto más reducido, si bien disminuyen los niveles de triacilglicéridos plasmáticos. Se encuentran en la mayoría de los pescados azules (bonito, atún, salmón, etc.), semillas oleaginosas y algunos frutos secos (nuez, almendra, avellana, etc.) (Hodson 2001). La mayoría de grasas insaturadas provienen de origen vegetal, podemos encontrar el aceite de canola con el mayor porcentaje (94%), cártamo (91%), girasol (89%) y maíz (87%), considerándose aceites saludables para consumo humano.

Grasas trans: Se obtienen a partir de la hidrogenación de los aceites vegetales, por lo cual pasan de ser insaturadas a saturadas, y a poseer la forma espacial de trans, por eso se llaman ácidos grasos trans. Son mucho más perjudiciales que las saturadas presentes en la naturaleza (con forma cis), ya que son altamente aterogénicas y pueden contribuir a elevar los niveles de

lipoproteínas LDL y los triglicéridos, haciendo descender peligrosamente los niveles de lipoproteínas HDL (Yam, 2002).

Es posible agregar a las raciones grasa de origen animal o vegetal. Las grasas de origen animal distintas al avícola, contienen más ácidos grasos saturados que son menos digestibles, especialmente en el tracto digestivo inmaduro del pollo joven. En las raciones de iniciación y crecimiento, se recomienda usar grasas que contengan mayores porcentajes de grasas insaturadas. Sin embargo, en las dietas de finalización se deberá tomar en cuenta el potencial que tienen los niveles elevados de grasas insaturadas de afectar adversamente la untuosidad de la canal y sus características para almacenaje. Los niveles combinados de humedad e impurezas deben ser inferiores al 1%. La presencia de una cantidad significativa de agua promueve la rancidez (ROOS, 2009). Siendo el sebo una fuente de alto contenido energético con una concentración calórica 2.25 veces superior a los almidones y proteínas y con una alta digestibilidad (84-90%) por los monogástricos, se presenta como una materia prima promisoría como fuente nutricional que debe ser evaluada, es por eso que el sebo de res es una promisoría fuente de energía para adicionar a raciones para pollos de engorda y puede sustituir incluso materias primas tan energéticas como el azúcar. Además, los lípidos colaboran en la absorción y transporte de las vitaminas liposolubles A, D, E y K. Las grasas cumplen el papel de energía de reserva que debe ser fácil y rápidamente utilizada por el animal (Jiménez *et al.*, 1987).

Las grasas contienen 2.25 veces más energía que el azúcar y la fécula de los cereales, y son altamente digestibles. Este alto valor calórico, además de aumentar la densidad energética de las raciones mejora la absorción de compuestos liposolubles como algunas vitaminas que se disuelven en grasa. La grasa añadida mejora frecuentemente el alimento, reduciendo la presencia de polvo y aumentando la palatabilidad y el consumo. Antes de mezclarse con los otros ingredientes, la grasa debe calentarse para pasarla al estado líquido,

mezclándose así uniformemente. La calidad de la grasa depende del contenido de ácidos grasos libres, humedad, color, olor y dureza. La grasa animal está sujeta a la oxidación y cuando ello ocurre se vuelve rancia, lo cual reduce su palatabilidad y puede ser causa de problemas nutricionales y digestivos. De manera que la grasa utilizada en la alimentación animal debe ser resistente a la oxidación, recomendándose adicionar sustancias antioxidantes como el tocoferol, ácido cítrico o BHT, entre otros, especialmente si el alimento no va a ser administrado totalmente y será almacenado por cierto tiempo. El uso de antioxidantes protege contra la pérdida de algunas vitaminas como por ejemplo la vitamina E (De Acurero, 1999).

Todas las grasas presentan una serie de ventajas no estrictamente nutricionales que hacen conveniente su inclusión en piensos pero que dificultan su valoración. Por ejemplo, las grasas controlan la formación de polvo y mejoran la palatabilidad, el consumo, la estructura y el aspecto del pienso. Además, lubrican la maquinaria lo que permite mejorar su rendimiento (caso de la granuladora) y su vida útil. Por el contrario, la utilización de grasa exige instalaciones adecuadas, perjudica la calidad del gránulo y el manejo del pienso en harina y puede afectar a la calidad final de los productos ganaderos. Desde un punto de vista nutricional, las grasas presentan ventajas difíciles de valorar. Así, por ejemplo, permiten incrementar la concentración energética del pienso, reducen el estrés calórico y por su menor incremento de calor, mejoran la eficacia energética neta por kcal de Energía Metabolizable (Mateos *et al.*, 1996).

De acuerdo con el Manual de Suplemento de Nutrición del Pollo de Engorde ROOS (2009), se establece que el contenido final de energía en la fórmula de los alimentos para pollo de engorde se determina principalmente con base en consideraciones económicas. En la práctica, la selección del nivel de energía también se verá influenciada por muchos factores que interactúan, como el suministro de ingredientes, las restricciones de la planta de alimentos, etc. El método convencional de expresar el contenido de energía en el alimento es el

nivel de energía metabolizable aparente corregido para retención cero de nitrógeno (AMEn). Son muchas las fuentes que proporcionan datos sobre el contenido de energía expresado de esta manera.

2.6 Digestión y absorción lipídica en las aves.

En las aves no se reporta la acción de las lipasa lingual ni de la lipasa gástrica, por lo tanto en la molleja y el intestino se realiza la emulsificación de los lípidos, formación de micelas, dicha emulsificación está a cargo de los ácidos biliares y el jugo pancreático, con sus componentes más importantes: las sales biliares y la lipasa pancreática (LP), respectivamente, además, de la fosfolipasa A2 y la colipasa secretadas también por el páncreas. En las sales biliares de las aves, el ácido tauroquenodesoxicólico está presente en gran proporción, y es uno de los ácidos de dichas sales que inhiben la LP, efecto que se contrarresta con la colipasa; finalmente, los lípidos hidrolizados en el intestino son devueltos a la molleja (reflejo entero-gástrico) antes de ser absorbidos por el duodeno y la parte anterior del yeyuno, principalmente (Osorio y Flores, 2011).

La regulación del flujo biliar y enzimas pancreáticas, está a cargo de la colecistoquinina (hormona peptídica), la cual es sintetizada por la mucosa del intestino delgado y secretada en el duodeno cuando hay presencia de ácidos grasos y aminoácidos. En las aves comerciales una de las causas de la alteración en la absorción de lípidos se presenta cuando hay cambios en la composición de la dieta que alteran la microflora intestinal, afectando la conversión de las sales biliares primarias (ácido quenodesoxicólico y cólico) a las secundarias (ácido litocólico y desoxicólico); por tal razón, si se alimenta a las aves con sales biliares primarias y antibióticos para reducir los microorganismos intestinales, se favorece la absorción de los lípidos, hay mejor conversión alimenticia y se disminuye la mortalidad de las aves. El uso de antibióticos como promotores de crecimiento son prohibidos actualmente según el Codex Alimentarius, por lo tanto actualmente se investigan sustancias tales como polifenoles, los cuales modifican la morfología y microflora intestinal de las aves (Osorio., 2011).

Las micelas compuestas facilitan la absorción de los lípidos, debido a que proveen altas concentraciones de los productos de la digestión de las grasas (TAG, fosfolípidos, ésteres de colesterol y vitaminas liposolubles) en las células de la mucosa intestinal. En el caso de los TAG son monoacilglicéridos y los ácidos grasos de cadena larga, y al entrar a células son resintetizados; en las aves la resíntesis intramucosal de los TAG está dada por las vías de los monoacilgliceroles y la del ácido fosfatídico. La reesterificación de los ácidos grasos depende de la suplementación con carbohidratos, debido a que estos proveen substrato y energía para su síntesis (Osorio & F, 2011).

Los fosfolípidos son hidrolizados por la lipasa pancreática, la cual hidroliza el ácido graso en posición 1 y la fosfolipasa A2 también segregada por el páncreas, la cual elimina el ácido graso en posición 2; estas hidrólisis dan lugar a lisofosfoglicéridos más ácidos grasos. El colesterol en la dieta, cuya molécula base es el ciclopentanoperhidrofenantreno, viene en forma de ésteres de colesterol, son hidrolizados en la luz del intestino por la colesterol esterasa, igualmente segregada por el páncreas, este colesterol hidrolizado y el colesterol libre proveniente de las células epiteliales de descamación y junto con los fosfolípidos también hacen parte de las micelas compuestas. Otros compuestos lipídicos que hacen parte de las micelas son las vitaminas liposolubles (A, D, E y K). Todos estos lípidos son transportados a las células epiteliales, las cuales los absorben para su posterior paso a la vía sanguínea. La transferencia del medio micelar favorable al medio acuoso desfavorable del epitelio, se facilita por la proteína enlazante de ácidos grasos (FABP, del inglés Fatty Acid Binding Protein). Esta proteína tiene preferencia por los ácidos grasos de cadena larga. En las aves, la concentración de FABP es alta en la porción proximal del intestino y disminuye a medida que se acerca a la parte distal del mismo, aunque su nivel puede estar mediado por las sales biliares. (Osorio & F, 2011)

El sitio de absorción de los lípidos en el intestino delgado es variado según los estudios realizados, por ejemplo unos estudios encontraron que la mayoría del ácido palmítico en los pollos se absorbe en el duodeno, en gallinas ponedoras el

ácido linoleico, esteárico y el palmítico se absorben significativamente en el íleon, sin embargo, en las aves la mayoría de los lípidos son absorbidos en el yeyuno; dicha absorción se realiza a través de los cilios de las membranas celulares de forma pasiva, para formar las lipoproteínas encargadas del transporte de lípidos. Las sales biliares se absorben por el yeyuno y por el íleon en similares cantidades, esto indica que la absorción de lípidos y sales biliares se superponen, las sales llegan al hígado por el sistema portahepático para ser secretados nuevamente por la bilis y las que se pierden por las heces son sustituidas por las síntesis de nuevo en el hígado (Osorio & F, 2011).

En las aves después de la eclosión, la yema (principal fuente de energía en el pollito) y su digestión es catalizada por las lipasas secretadas desde la cara interna del saco vitelino; la yema no pasa al intestino antes de la eclosión o lo hace en muy pocas cantidades y su tasa de asimilación incrementa después de la eclosión por medio de: la membrana del saco vitelino, el epitelio del conducto onfalomesentérico y la mucosa intestinal. Por otra parte, los procesos que realizan las enzimas pancreáticas, las sales biliares y el hígado en los pollitos recién nacidos, no son importantes hasta que el pollito empiece a comer, ya que la yema lleva a cabo su propia asimilación (Osorio & F, 2011).

La digestibilidad de los lípidos en pollitos va incrementando gradualmente, desde la primera semana hasta estabilizarse en la octavo, esto se debe probablemente a que los pollitos no tienen la habilidad de incrementar la síntesis de sales biliares para sufragar su demanda, sin embargo, después de la sexta semana esta se estabiliza; además, la concentración de FABP es baja en la primera semana de edad pero incrementa hasta en un 50% entre la semana 3 y 5 de edad. Sin embargo, los pollitos tienen una concentración alta de lípidos en sangre e hígado, principalmente de colesterol, lo cual probablemente se debe a la transferencia intacta de éste desde la madre hacia el embrión permaneciendo hasta después de la eclosión (Osorio & F, 2011).

2.7 Proteínas

Las proteínas son sustancias complejas formadas necesariamente por los elementos: C, H, O, N, S y en algunos casos fósforo. Son de alto peso molecular, forman dispersiones coloidales y están compuestas por L-alfa-aminoácidos en enlace peptídico, arreglados en secuencia lineal que se arrolla después para constituir cuatro niveles estructurales. Las proteínas se encuentran presentes en todas las estructuras de la célula y son las moléculas más activas en la vida celular. Una de las funciones más relevantes de las proteínas es constituir la parte fundamental de las enzimas, los principales catalizadores de las células. Así como las proteínas forman parte de todas las estructuras celulares participan también como agentes activos en todas las funciones de la célula y del organismo. Así por ejemplo las proteínas funcionan en los diferentes tipos de trabajo de las células: químico, mecánico, osmótico y eléctrico. Por ejemplo: el trabajo químico de todas las reacciones celulares; el trabajo mecánico de la contracción muscular; el trabajo osmótico que mediante el transporte activo permite la entrada y salida de metabolitos en la célula viva; y el trabajo eléctrico que es muy evidente en la conducción nerviosa y en los fenómenos de percepción y sensibilidad como el dolor, la temperatura, la luz, el equilibrio corporal y los fenómenos eléctricos del pensamiento. Las proteínas funcionan también como hormonas - mensajeros químicos entre las células de suerte que varias de las hormonas son de naturaleza proteica, por ejemplo: la insulina, el glucagón, la hormona adrenocorticotrófica y demás hormonas tróficas de la hipófisis: tirotropina, luteinizante, prolactina, hormona del crecimiento; así como los factores liberadores del hipotálamo. A nivel del organismo las proteínas tienen también una importante función nutricional, formando el principal ingreso nitrogenado del organismo. Las proteínas de las membranas se ocupan además de servir como marcadores de la individualidad celular, se ocupan de realizar los principales tipos de transporte activo y pasivo de la célula. Las proteínas funcionan prominentemente como acarreadores de diferentes tipos de sustancias: el oxígeno es llevado por la hemoglobina, el cobre por la ceruloplasmina, el fierro por la siderofilina, los ácidos grasos por la albúmina que también lleva los pigmentos biliares, los lípidos por las lipoproteínas, etcétera.

Las proteínas participan en los sistemas de defensa del organismo funcionando como anticuerpos: inmunoglobulinas G, M, A, D y E; y también formando todos los componentes del complemento (Dukes, 2008).

Como se mencionó anteriormente, las proteínas están formadas por aminoácidos (AA) y de acuerdo al número, tipo y orden de AA en la molécula proteínica, le concede propiedades específicas, así como la calidad nutricional. Es decir, la calidad nutricional está en función de la cercanía que esté la composición de AA a las necesidades de los animales, para cubrir los requerimientos de crecimiento, mantenimiento y producción. Desde el punto de vista de la nutrición, los AA que forman la proteína son en realidad los nutrientes esenciales, más que la misma molécula proteínica (Church et al., 2004).

2.8 Clasificación de los aminoácidos de acuerdo a las necesidades del animal

Los AA se han clasificado de acuerdo a su capacidad y velocidad de síntesis en esenciales y no esenciales. Los esenciales no son sintetizados por el organismo y deben ser suplementados en la dieta entre los que se encuentran: arginina (Arg), lisina (Lis), histidina (His), leucina (Leu), isoleucina (Iso), valina (Val), metionina (Met), treonina (Tre), triptófano (Trp) y fenilalanina (Fen). Los semiesenciales son sintetizados a partir de AA esenciales durante el metabolismo de los animales: tirosina (Tir) y cistina (Cis). Los no esenciales el organismo los puede sintetizar: alanina (Ala), ácido aspártico (Asp), ácido glutámico (Glu), glicina (Gli), serina (Ser) y prolina (Pro) (Church et al., 2004).

Después de las materias primas que aportan energía, los suplementos de proteínas constituyen el principal componente de las dietas de las aves. Las fuentes de proteínas vegetales satisfacen la mayor parte de las necesidades de proteínas alimentarias (o nitrógeno). La fuente de proteínas vegetales tradicionalmente utilizada para la fabricación de piensos es la harina de soja, que es la fuente preferente de alimento para las aves de corral. La harina de soja

contiene entre el 40 y el 48 por ciento de proteína bruta, en función de la cantidad de cáscaras que se quitan y del procedimiento de extracción del aceite. Respecto a otras harinas de semillas oleaginosas, la proteína de soja tiene un buen balance de aminoácidos esenciales, que pueden complementar la mayor parte de las dietas basadas en cereales. La disponibilidad de aminoácidos de la harina de soja es más alta que la de otras harinas de semillas oleaginosas. El contenido de energía metabolizable también es sustancialmente mayor que el de otras harinas de semillas oleaginosas. La soja cruda contiene diversos factores antinutricionales, incluidos los inhibidores de la proteasa, que pueden afectar negativamente a la digestión de proteínas y al rendimiento de las aves. Sin embargo, estos inhibidores quedan destruidos por el calor durante el proceso de elaboración de la harina de soja. La harina de soja adecuadamente elaborada es una excelente fuente de proteína para todos los tipos de aves de corral que no presenta limitaciones de uso. La producción de soja ha aumentado considerablemente en las últimas dos décadas para satisfacer la creciente demanda de aceite para el mercado de la alimentación humana y de harina para el mercado de la alimentación animal. Los principales productores de soja son los Estados Unidos de América, el Brasil y la Argentina, que son también los principales exportadores. En la actualidad, más del 50 por ciento de la cosecha está genéticamente modificada, principalmente para la tolerancia a herbicidas, y hay en curso un debate y una campaña de rechazo contra la presencia de ingredientes genéticamente modificados en las dietas de los animales. Si el mercado no acepta las fuentes genéticamente modificadas, el potencial de mejora futura de la calidad nutricional y del incremento de la productividad será limitado. (FAO 2014)

2.9 Principales fuentes de proteína animal

Con la notable excepción de la harina de soja, las fuentes de proteína de origen vegetal presentan en general un desequilibrio nutricional por lo que respecta a los aminoácidos esenciales, en particular la lisina, el primer aminoácido limitante en los cereales. A menos que se complementen con fuentes de proteína

animal y aminoácidos cristalinos, es posible que las dietas a base de vegetales no logren satisfacer las necesidades de aminoácidos esenciales para la producción de huevos y carne. Debido a su precio elevado, los ingredientes con proteína animal no suelen utilizarse como principales fuentes de proteína, sino para equilibrar el contenido de aminoácidos de la dieta. En muchos países, los fabricantes de alimentos animales garantizan que los ingredientes con proteína animal en las dietas de las aves de corral no están por debajo de los niveles mínimos, en especial en las dietas para las aves jóvenes, cuyas necesidades de aminoácidos son altas. Las necesidades de aminoácidos esenciales se van reduciendo progresivamente a medida que aumenta la edad de las aves, por lo que es posible satisfacer las necesidades de las aves menos jóvenes con dietas que contienen niveles más bajos de proteína animal y niveles relativamente más altos de proteína vegetal. La harina de pescado y la harina de carne son las fuentes de proteína animal más utilizadas en las dietas de las aves de corral (FAO, 2014).

2.10 Digestión de proteínas

Ocurre principalmente en el intestino delgado proximal, aunque la hidrólisis proteica con pepsina inicia antes. Hay dos grupos de proteasas inactivas que el páncreas secreta hacia el duodeno: 1) endopeptidasas, que son tripsinógeno, quimotripsinógeno y elastasa y 2) exopeptidasas que son las carboxipeptidasas. La activación del tripsinógeno por la enzima enterocinasa ocurre en el borde en cepillo. La enterocinasa actúa sobre la proenzima tripsinógeno para formar tripsina activa. La tripsina activa al tripsinógeno restante, así como a las otras proenzimas. Los productos principales de la hidrólisis con proteasas pancreáticas son los aminoácidos neutros y básicos y los oligopéptidos, estos deben de hidrolizarse ya que el epitelio no puede absorber péptidos de más de tres aminoácidos. Esta hidrólisis subsiguiente ocurre en el borde en cepillo. Los productos terminales de las oligopeptidasas del borde en cepillo son aminoácidos, dipéptidos y tripéptidos (Dukes, 2008).

La absorción de los aminoácidos en la célula epitelial mediante mecanismos de transporte activo. Además se ha establecido que hay sistemas para transportar dipéptidos y tripéptidos hacia la célula y es probable que la mayoría de las proteínas de los alimentos se absorba en esta forma y no en la forma de aminoácidos libres. Más del 85% de la actividad de la hidrolasa contra dipéptidos se encuentra en el citoplasma de la célula, de modo que aproximadamente 90% de los péptidos que entran a la célula se hidrolizan en aminoácidos libres. El 10% restante de los péptidos no hidrolizados se difunde a través de la membrana basolateral hacia la sangre. La mayoría de los sistemas de péptidos y aminoácidos requieren de la presencia del sodio en el lumen yeyunal (Dukes, 2008).

2.11 Investigaciones sobre diferentes concentraciones de nutrientes en la dieta del pollo de engorda que influyen sobre los parámetros productivos.

Tancharoenrat *et al*, (2014), examinaron la influencia de sebo y las concentraciones de calcio en la retención de nitrógeno (N), fósforo (P), calcio (Ca) y Energía Metabolizable Aparente (AME) en dietas para pollos de engorda alimentados con maíz-soya, para determinar digestibilidad ileal aparente y el rendimiento. El diseño experimental fue un arreglo factorial 3 × 3. Se evaluaron 3 niveles de inclusión de sebo (0, 40 y 80 g/kg) y 3 concentraciones de Ca (7, 10 y 13 g/kg). Los tratamientos se formularon para satisfacer los requerimientos de nutrientes, con excepción de las concentraciones de AME y Ca. Los resultados mostraron que al aumentar las concentraciones de Ca en la dieta se disminuyó ($P < 0.001$) la ganancia de peso. Aves alimentadas con dietas que contienen 7 g/kg de Ca tenían similar ($P > 0.05$) alimentación, para ganar a 10 g/kg de Ca pero inferior ($P < 0.05$) que el de 13 g/kg de Ca. En dietas sin sebo y con aumento de las concentraciones de Ca disminuyó ($P < 0.05$) consumo de alimento, mientras que las dietas con 40 y 80 g/kg de sebo que contiene 13 g/kg de Ca demostraron inferiores ($P < 0.05$) consumo de alimento que los de 7 y 10 g/kg de Ca. Dietas complementadas con 40 y 80 g/kg de sebo que contiene 7 g/kg de Ca mostró la menor ($P < 0.05$) excreción. Al aumentar la inclusión de grasa disminuye ($P < 0.001$) la digestibilidad ileal de Ca. Las dietas que contienen 7 g/kg de Ca demostraron la mayor digestibilidad ileal de grasa ($P < 0.01$), N ($P < 0.01$) y P ($P < 0.001$). Aves alimentadas con dietas que contienen 13 g/kg de Ca tenían mayor digestibilidad ileal de Ca ($P < 0.001$) que los alimentados con 7 y 10 g/kg de las dietas de Ca. En generales, los presentes datos mostraron que la retención total del tracto y digestibilidad ileal de grasa fueron mayores con la suplementación de 40 g/kg de sebo en comparación con los de 0 y 80 g/kg de sebo. Altas concentraciones de Ca dietéticas afectaron negativamente el rendimiento y la utilización de energía, N, Ca y P en la fase de inicio de pollos de engorde.

Jafarnejad *et al.* (2011), evaluaron y compararon los diferentes niveles de energía, proteína y grasa en la dieta sobre el desempeño de pollos de engorde al final de la tercera semana. Un total de 2000 pollos machos de un día de edad (Ross 308) fueron asignados al azar en un diseño factorial de $2 \times 2 \times 2$ según los siguientes factores: la cantidad de proteína (23 y 21% GP), la cantidad de energía (3200 y 3000 kcal kg⁻¹ ME) y el uso de grasa (grasa dietética limitante o no limitantes). En la primera semana se observaron significativos efectos independientes de los niveles de proteína en la dieta en el peso corporal y los niveles de energía en la conversión alimenticia. No se presentó ninguna diferencia significativa entre la energía y peso corporal en las semanas. Se observó diferencia significativa entre la proteína y el peso corporal en la 1^a y 2^a semanas ($P < 0.001$) y en la 3^a semana ($P < 0.05$). No se presentó ninguna diferencia significativa entre el uso de grasa dieta ilimitada y limitada en peso corporal y conversión alimenticia durante la primer semana, no se observó diferencia significativa en la conversión de alimentación, pero en pollos de 7-21 días, las dietas con alto nivel de energía significativamente disminuyeron la conversión alimenticia, especialmente en la segunda y tercera semana ($P < 0.001$), no observándose diferencia significativa en la conversión alimenticia con niveles más altos y más bajos de la proteína, recomendando por lo tanto el aceite de soja con la dieta que contiene 3200 kcal kg⁻¹ y el 21% CP en pollos 0-21 días.

Faridi *et al.* (2015), realizaron un meta-análisis para evaluar los efectos de la proteína cruda (PC) y Lisina en el consumo de alimento (FI; g / pollos de engorde por día), la ganancia diaria de peso (GDP; g / pollos de engorde por día), y la eficiencia alimenticia (FE) de pollos de engorde de línea comercial Ross y Cobb durante los primeros 21 días de edad. Se fijó una serie de criterios para buscar en la literatura, se extrajo y se utilizó para generar 6 diferentes conjuntos de datos, una base de datos: (1) macho y hembra pollos de engorde de cepas Ross y Cobb (n = 169); (2) los pollos de engorde Ross y Cobb machos (n = 124); (3) machos y hembras Ross (n = 80); (4) machos y hembras de Cobb (n = 89); (5) machos Ross (n = 64); y (6) Cobb machos (n = 60). Cada uno de estos 6

conjuntos de datos se analizó por separado para los efectos de la CP y Lisina en FI, ADG, y FE. Todos los modelos fueron capaces de demostrar un efecto lineal de Lisina ($P \leq 0.08$), excepto en 1 caso, mientras que un efecto cuadrático para todos los modelos fue altamente significativa ($P \leq 0.001$). Sin embargo, los resultados para el nivel de CP no fueron tan consistentes como para Lisina. La respuesta FE se vio más afectada por el nivel de CP en FI y ADG. Los modelos desarrollados mostraron que la interacción entre el CP y Lisina fue un factor importante que afecta el rendimiento de crecimiento del pollo ($P \leq 0.06$ a excepción de 2 casos). Los resultados mostraron que el valor óptimo de Lisina se incrementó por un aumento en el nivel de CP, aunque su proporción a CP (% de CP) disminuyó. Los niveles de Lisina se requieren para maximizar FI, ADG, y FE en una dieta que contiene 170 g CP para el primer grupo (pollos de engorde machos y hembras de Ross y cepas Cobb) fueron 11.3, 12.2, y 12.8, mientras que estos valores para una dieta que contenía 245 g CP aumentó a 13.4, 14.2, y 14.5 g / kg de dieta, respectivamente. Mediante la comparación de los resultados de los diferentes conjuntos de datos, se concluyó que el requisito de Lisina para los machos es mayor que para las hembras. La optimización de los modelos para todos los grupos de datos mostró que Lisina requerida para la máxima ADG fue mayor que para FI y fue mayor para la máxima FE. Los resultados de este estudio muestran que la dieta nivel de PC, la respuesta deseada (FI, ADG, y FE), el sexo, y la tensión son factores importantes que afectan a la exigencia de Lisina en el pollos de engorde.

Aftab *et al.* (2009), estudiaron el efecto de energía Metabolizable (ME) y proteína balanceada (BP) en el rendimiento de 1 - a 35 días de edad en pollos macho y hembra Hubbard \times Hubbard. Utilizando un arreglo factorial, los tratamientos fueron dietas con 3 niveles de energía metabolizable (2650, 2750 o 2850 kcal / kg de dieta) y 4 niveles de proteína balanceada (expresado como 8.4, 9.0, 9.6 o de lisina digestible ileal estandarizada 10.2 g / kg). Cada dieta se asignó a 5 corrales con 17 aves c/u. El efecto principal de la energía metabolizable fue significativo ($P < 0.05$) para el consumo de alimento, peso corporal y conversión

alimenticia en todas las edades. El más alto (2850 kcal) ME resultó a los 35 días significativo ($P < 0.05$) en consumo de alimento y conversión alimenticia siendo bajos en comparación con aquellos alimentados con niveles más bajos de ME; mientras al día 35 el peso corporal fue significativamente ($P < 0.05$) alto en dietas con 2850 kcal en comparación con 2650 kcal ME. Consumo de alimento y el peso corporal mejoraron linealmente ($P < 0.05$) con el aumento de BP de 8.4 a 10,2 g / kg, mientras que la BP no tenía ningún efecto sobre la relación de conversión alimenticia. Combinaciones dietéticas de ME y de BP para optimizar el peso corporal y tasa de conversión de alimentación son sugeridas en base semanal.

Huang Jin *et al.* (2007), analizaron los efectos de diferentes niveles de aceite de soja y lecitina de soja utilizándolos como nutrientes en pollos en crecimiento, y midiendo sus parámetros séricos. Doscientos cuarenta pollitos Arbor Acres, aleatoriamente divididos en 4 grupos los cuales fueron tratados: dieta basal con 2% de aceite de soja (SO); mezcla de aceite de soja y lecitina de soja en proporción de 75/25 (SOL1), 50/50 (SOL2) y 2% de lecitina (SL). Al final del ensayo (42 días), las aves del grupo SOL1 crecieron más rápido ($p < 0.05$) y tenía mejor conversión alimenticia ($p < 0.05$) que otros grupos, mientras el grupo de SL tuvo el desempeño más bajo ($p < 0.05$). Las aves alimentadas con lecitina tuvieron menor colesterol total sérico y triglicéridos que el grupo control (SO). Pollos de engorde alimentados con 2% de lecitina (SL) tenían el más alto nivel de insulina ($p < 0.05$). Los resultados implican que la lecitina de soja y aceite de soja en una proporción de 75/25 tuvieron el rendimiento más alto de crecimiento y la lecitina de soja tenía capacidad para reducir el colesterol.

Boonsinchai *et al.* (2016), realizaron un experimento para investigar los efectos de la reducción de la proteína y la sustitución de la yuca por el maíz con niveles mantenidos de metionina, lisina, treonina y triptófano en la dieta para pollos de engorde de 1 a 42 días de edad. Un total de 2.688 macho Cobb-500 de un día de edad, los pollos se dividieron en 8 grupos con 6 repeticiones cada uno. La disposición factorial 2×4 se aplicó a 2 fuentes de energía, a saber, de maíz

(CO) y el maíz sustituido con 50% de yuca (CC), y 4 niveles de proteína (100, 95, 90, y 85%). El peso corporal, consumo de alimento, se registraron contenido ileal y las heces. Los análisis se realizaron para la composición de nutrientes de la dieta, el nivel de proteína en el contenido ileal y nitrógeno en las heces. Ileal aparente coeficiente de digestibilidad de las proteínas, el Factor de Eficiencia Europea (EEF) y el costo del alimento por kg de peso vivo, se calcularon. En el período de arranque, no hubo interacción entre fuentes de energía y los niveles de proteína. No se encontraron efectos del tratamiento sobre el peso corporal final, la ganancia media diaria (ADG), y el consumo de alimento entre los grupos experimentales, pero la tasa de conversión alimenticia (FCR) en el grupo CP 85% fue significativamente mayor que los grupos CP 90-100% ($P = 0,009$). La digestibilidad de la proteína ileal no se vió afectada por los tratamientos. Durante el período de acabado, no se detectó interacción entre fuentes de energía y los niveles de proteína en el consumo de alimento ($P = 0,037$). El nivel de proteína de 85% CP afectó el peso final, ADG y FCR ($P < 0,001$) en comparación con los otros. Aves en el grupo CC tenían el consumo de alimento significativamente más alto que el grupo CO ($P = 0,001$). La digestibilidad ileal de la proteína se vio afectada por ambos niveles de proteína ($P = 0,03$), y fuentes de energía ($P < 0,001$). La digestibilidad de la proteína ileal del grupo con el nivel de proteína más alta fue significativamente diferente del 85 al 90% CP. Las aves alimentadas con dietas CO tuvieron significativamente mayor digestibilidad ileal de la proteína que los alimentados con dietas CC ($P < 0,001$). Nivel de la proteína afectada la excreción fecal de nitrógeno en ambos períodos ($P < 0,001$ y $P = 0,002$ en el arranque y períodos de acabado, respectivamente). La disminución de la proteína de la recomendada para la línea del 10% o más se puede disminuir la excreción de nitrógeno en las heces. En conclusión, la proteína cruda de la dieta podría reducirse a 95% de PC de la recomendada en la línea para retener el más alto rendimiento de crecimiento y la digestibilidad ileal de la proteína con la más alta y la más baja EEF alimentación costo / kg de peso vivo, pero ninguna ventaja sobre la excreción de nitrógeno. Para la fuente de energía alternativa, la yuca podría

sustituir el maíz en el nivel de 50% sin perjudicar ninguna de las variables de medición.

Alabi *et al.* (2013), realizaron un estudio para determinar los niveles de energía de dietas para una productividad óptima y características de la canal de pollos criados en confinamiento cerrado. Se utilizaron 4 tratamientos dietéticos en la primera fase (1 a 7 semanas) 100 pollos no sexado de dos días de edad, se indicaron como EVS1, EVS2, EVS3 y EVS4 (11, 12, 13 y 14 MJ ME/kg MS, respectivamente) y cada tratamiento fue replicado cinco veces. En la segunda fase (8-13 semanas), 160 pollos hembras, de ocho semanas de edad fueron asignados al azar con cuatro tratamientos dietéticos y cada tratamiento fue replicado cinco veces en un diseño completamente aleatorizado. Las dietas utilizadas en ambos ensayos fueron isonitrogenadas pero con diferentes niveles de energía. Una ecuación cuadrática se utilizó para determinar los niveles de energía dietéticos para óptimo consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y energía metabolizable (ME), en la fase de inicio y finalizado así como las características de la canal de las aves a 91 días. Los niveles de energía dietéticos de 12.91, 12.42, 12.34 y 12.62 MJ ME/kg MS fueron la ingesta óptima, para ganancia de peso, conversión alimenticia y ME, para la fase de inicio. En la fase de finalización, niveles de energía dietéticos de 12.56, 12.66 y 12.62 12.71 MJ ME/kg MS fueron la ingesta óptima, para la ganancia de peso, conversión alimenticia y ME, respectivamente. La canal, pata, muslo y ala tenían peso óptimo en los niveles de energía dietéticos de 13,81, 13,23, 13,43 y 13,18 MJ ME / kg MS, respectivamente. Por lo tanto, nivel de energía dietética para la optimización dependía el parámetro producción particular en cuestión.

Ilah *et al.* (2012), examinaron los efectos de diferentes dietas de pre iniciador en la producción, órganos digestivos y las características de la canal de pollos de engorde. Se utilizaron 150 pollos de engorda de un día de edad, fueron divididos en cinco grupos con tres repeticiones cada una con diez pollos. Durante los primeros diez días las aves se alimentaron con cinco dietas

experimentales de inicio previamente formuladas con diferentes niveles de energía metabolizable (2750 a 2850 kcal/kg) y lisina diferentes niveles (1,3 a 1,5%) pero con el mismo nivel de proteína cruda (21%). Después de los 10 días se alimentaron a las aves hasta 28 y 35 días de edad. Se analizó estadísticamente el peso vivo, consumo de alimento y conversión alimenticia revelando diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos. La dieta de pre iniciación con energía metabolizable de 2850 kcal/kg y el 1,4% de lisina total dio lugar a un rendimiento óptimo. Rendimiento de la canal, pesos de órganos viscerales y los parámetros de la morfometría de tracto digestivo no mostró ninguna diferencia significativa. Se puede inferir que la dieta de pre inicio formulada según el requisito de nutrientes del ave podría provocar crecimiento. No obstante, desarrollos de tracto gastrointestinal y las características de la canal son independientes de manipulación nutricional en las dietas de pre inicio. Sin embargo, hay una necesidad de más experimentación para explorar las necesidades de nutrientes de pollos de engorde a temprana edad.

Houshmand *et al.* (2011), realizaron un experimento para determinar los efectos de diferentes aditivos para piensos en rendimiento, retención de nutrientes, pH intestinal y morfología intestinal de pollos de engorde alimentados con diferentes niveles de energía. Se utilizó un arreglo factorial 4 x 2. Se utilizaron 4 Tratamientos (una dieta basal sin ningún aditivo como el control, la dieta basal con añadido ácido orgánico, la dieta basal con agregado prebiótico, para alimentación y la dieta basal con prebiótico agregado) con los niveles recomendados (3.150 y 3.200 kcal de EM/kg de dieta para las dietas de inicio y finalizado respectivamente) o niveles bajos (90% del recomendado) de energía. Un total de 640 pollitos de un día de edad macho y hembras se asignaron al azar a 8 tratamientos. Cada tratamiento consistió en 4 repeticiones con 20 aves cada una. Se alimentaron con dietas de inicio y finalización desde 1 a d 21 y 21 a 42 días de edad, respectivamente. Las dietas con aditivos no tuvo efectos significativos sobre los parámetros de los pollos, altura de vellosidades intestinales, profundidad cripta, pH intestinal y energía metabolizable aparente.

Aves alimentadas con dietas bajas en consumo de energía eran más pesadas pero tenía una conversión alimenticia inferior en comparación con los alimentados con las dietas recomendadas en energía. Ácido orgánico y prebiótico mejoró significativamente ($P < 0.05$) digestibilidad de la proteína.

Gitoe *et al.* (2014), estudiaron los efectos de un complejo enzimático (1502 Avizyme; combinación de xilanas, α -amilasa y proteasa) en tres niveles (0, 250, 500 mg/kg) para determinar el rendimiento y características de la canal de pollos alimentados con dietas con diferentes niveles de energía metabolizable maíz-soja (13,18; 12,34; 11,93 y 11,51 MJ/kg) de 1 a 49 días de edad. Se utilizó un arreglo factorial 4×3 . Los resultados mostraron que los tratamientos no tuvieron efectos significativos ($P > 0.05$) en el consumo de alimento en 10 días y 24 días, pero aves alimentadas con dietas que contienen 13,18 MJ/kg ME con 500 mg/kg del complejo enzimático consumieron más alimento que aves con dietas de 11,51 MJ/kg y complejo enzimático de 250 mg/kg ($P < 0.05$) en 49 días. El promedio de ganancia diaria en inicio (1 – 10 días) y períodos de finalización (25 – 49 días) fue afectado por la interacción entre energía metabolizable y las enzimas. Diferencias significativas ($P > 0.05$) fueron observadas en la conversión alimenticia en período de finalización, aunque los tratamientos dietéticos afectaron la conversión alimenticia en las fases de inicio y finalizado. A los 49 días de edad, la mejor conversión alimenticia fue para la dieta que contenía 13,18 MJ/kg ME y complejo enzimático de 250 mg/kg. La conversión alimenticia más alta fue para las aves con una dieta de 11,51 MJ/kg ME con un complejo enzimático de 250 mg/kg. Pechuga, muslo e hígado fueron afectados significativamente por tratamientos dietéticos. Una dieta con 13,18 MJ/kg ME y 500 mg/kg de complejo enzimático dio como resultado el mayor rendimiento de pechuga y muslo ($P < 0.05$). Se puede concluir que al añadir enzimas en dietas basadas en maíz-soya permite la reducción en el nivel de energía de las dietas de engorde sin ningún efecto negativo sobre el desempeño de pollos.

Tooci *et al.* (2009), realizaron un diseño completamente al azar para evaluar el efecto de la dilución dietética de energía y nutrientes durante diferentes periodos de crecimiento sobre el crecimiento de pollos de engorde Ross. Se utilizaron siete tratamientos los cuales recibieron dietas en las diferentes periodos de crecimiento (inicio, crecimiento y finalizado). Las dietas se basaron principalmente en harina de maíz y soja y tenía relación constante de energía metabolizable/nutrientes. Se concluyó que el consumo de alimento, índice de conversión, de producción alimenticia y de energía metabolizable por aumento de peso de pollitos recibiendo dietas concentradas durante todas las etapas de crecimiento eran iguales que las aves que reciben dietas diluidas durante el período de finalización ($P \geq 0.05$). La cantidad de grasa abdominal fue significativamente menor en las aves que recibieron dietas diluidas durante el período de finalización ($P < 0.05$). El porcentaje de mortalidad en pollos con dietas concentradas durante todas las etapas de crecimiento fue significativamente más que otros tratamientos ($P < 0.05$). Basándose en los resultados del experimento, se sugiere dietas diluidas en período de finalización de pollos de engorde Ross.

Zhai *et al.* (2014), evaluaron efectos de densidad de aminoácidos (AA) y energía metabolizable aparente (AME) en la producción de carne y crecimiento de pollos de engorda Cobb 700 criados en verano (CCB-700). Así mismo, se compararon las respuestas de CCB-700 y pollos de engorde Cobb 500 (CCB-500) con niveles dietéticos AME (con baja AA). Todos los pollos fueron alimentados a través de fase de inicio, crecimiento, finalizado. El rendimiento de engorda, características de la canal, rendimiento de carne y eficiencia en costos de alimentación fueron evaluadas utilizando ANOVA y un arreglo factorial de 2×2 . Cada Tratamiento incluye 14 replicadas con 14 aves por repetición. La mortalidad no fue afectada por el tratamiento; Sin embargo, en comparación con las aves alimentados con otras dietas, pollos CCB-700 con baja de AME en la alimentación y dieta con alta de densidad AA disminuyó el consumo de alimento y ganancia de peso en los días 35, 42 y 54 así como disminución de peso en la canal, pechuga, ala, en día 55. Los pollos CCB-500 consumieron más alimento y ganaron más

peso en comparación con los CCB-700 pollos en 14, 28 y 35 días de edad. Sin embargo, a los 55 días de edad, el peso y rendimiento de pechuga y alas fueron mayores en el CCB-700 que en los pollos de CCB-500. Sin embargo, la parte inferior del pollo CCB-700 peso menos que en los pollos de CCB-500 (pesos de pata y muslo). En conclusión, sin afectar costos de alimentación, parámetros del pollo de engorda y rendimiento de la canal fueron afectados por la dieta en ambas líneas. Más específicamente, una dieta AME más alta y baja densidad AA aumentaron el rendimiento de todas las piezas cortadas, con excepción de las piernas, en pollos criados en verano de CCB-700.

Duarte *et al.* (2014), evaluaron el efecto de la inclusión de aceite de linaza en diferentes niveles (0.0, 3.3, 6.6 o 9.9%) en dietas isoenergéticas alimentando a pollos de engorda durante el período de 21 a 56 días de edad tomando en cuenta el rendimiento, características de la canal y composición corporal. Un total de 1.600 pollos fueron distribuidos según un diseño experimental completamente aleatorizado que consta de cuatro tratamientos con ocho repeticiones de 40 aves por unidad experimental. En el período de 21 a 42 días de edad, aumentaron el peso, alimentación y conversión alimenticia, aumentado linealmente como el nivel dietético de aceite de linaza. Teniendo en cuenta todo el periodo experimental, dieta con aceite de linaza aumentaron linealmente, peso y consumo de alimento y energía y conversión alimenticia. En los días 42 y 56, el porcentaje de grasa abdominal y rendimiento de la canal cuadráticamente fueron influenciados por dieta de aceite de linaza. Contenido de grasa corporal total a 56 días de edad cuadráticamente fue influenciado por los niveles dietéticos de linaza.

Tancharoenrata *et al.* (2013), determinaron la influencia de la edad de los pollos de engorda sobre la energía metabolizable aparente (AME) y la digestibilidad total de grasa con cinco fuentes de grasa (sebo, aceite de soja, grasa de ave, aceite de palma y una mezcla 50:50 de sebo y aceite de soja). Las dietas se desarrollaron mediante la sustitución de los diferentes grasas para 40 g / kg de una dieta basal de maíz-soja y las mediciones se realizaron durante las

semanas 1, 2, 3 y 5 después de la eclosión. La AME de grasas fue influenciado ($P < 0,001$) por la edad de los pollos de engorde. La AME fue notablemente inferior ($P < 0,05$) en la semana uno, pero mejoró durante la semana dos. No hubo más mejoras ($P > 0,05$) en la AME después de la semana dos. No hubo interacción ($P > 0,05$) entre la fuente de grasa y la edad de los pollos de engorde para la AME, lo que indica que el efecto de la edad sobre la AME fue similar para todas las fuentes de grasa. El efecto de la edad sobre la digestibilidad aparente total de grasa en general siguió la misma tendencia que en la AME. La AME de aceite de palma, aceite de soya y grasa de ave estaba determinado a ser similares ($P > 0,05$), pero mayor ($P < 0,05$) que la de sebo. La AME de la mezcla 50:50 de sebo y aceite de soja se determinó que era 9% superior a las medias aritméticas de sebo y aceite de soja, lo que sugiere un efecto sinérgico. En general, los datos actuales ponen de manifiesto la limitación fisiológica en pollos recién nacidos para digerir eficazmente y utilizar grasas.

Mateo *et al.* (2008), evaluaron el uso de tres fuentes energéticas con diferente perfil de ácidos grasos insaturados (AGI) y saturados (AGS) en dietas para pollos de engorda con dos niveles de energía metabolizable (EM), vacunados o no contra la infección de la bolsa de Fabricio (IBF) y el uso durante todo el ciclo productivo. Se realizaron dos experimentos evaluando la inclusión de las tres fuentes energéticas con distinto perfil de AGI y AGS que correspondieron al aceite crudo de soya (ACS), combinación de grasa de cerdo (46.8%) y bovino (53.2%) (GCB), combinación de grasa animal (39.2%) y aceite vegetal (60.8%) (GAV). En el Experimento 1 se incluyeron en las dietas a dos niveles de EM (3 000 y 3 200 kcal/kg) en pollos vacunados o no contra IBF. Para el Experimento 2 se utilizaron en las dietas ACS, GCB, GAV, ACS/GCB y ACS/GAV, sustituyendo ACS con GCB y GAV en los últimos dos tratamientos el día 22. En el Experimento 1 el grupo con ACS presentó mayor crecimiento y concentración de IgA en comparación con los de GCB y GAV ($P < 0,05$), los pollos alimentados con 3 200 kcal/kg de EM ($P < 0,05$) fueron más pesados y tuvieron títulos más elevados de anticuerpos contra la

IBF. Las aves vacunadas tuvieron un mayor rendimiento productivo, concentración de IgG e IgA, así como mayor longitud de vellosidades en duodeno y yeyuno a los 21 días ($P < 0.05$). En el Experimento 2 la inclusión de ácidos grasos insaturados en ACS mejoró la conversión alimenticia en los primeros 21 días de edad ($P > 0.05$); posteriormente, durante el crecimiento y finalización no existió diferencia entre las fuentes concentradas de energía. Se concluye que, por la fuente en la etapa de iniciación, concentración energética y vacunación, existe un efecto sobre la productividad y protección inmunitaria de los pollos.

Ferreira *et al.* (2015), examinaron la influencia de cambios en el nivel de energía metabolizable en la dieta, asociado a una variación proporcional de densidad de nutrientes, en el desempeño de pollos de engorda y en la composición lipídica de la carne. Pollos de engorde hembras y machos Cobb 500 se evaluaron por separado. Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3×6 - seis niveles de energía (2.800, 2.900, 3.000, 3.100, 3.200 y 3,300kcal) y tres edades de sacrificio (42, 49 y 56 días). Metodología de superficie de respuesta se utilizó para establecer un modelo matemático para explicar el peso vivo, consumo de alimento y comportamiento de la conversión de alimenticia. Colesterol y lípidos totales se determinaron en la pechuga y en carne de muslo, con y sin piel. Para el análisis de la composición lipídica, un $3 \times 3 \times 2$ arreglo factorial en un diseño completamente al azar - los niveles de energía metabolizable de tres raciones (2.800, 3.000 y 3, 300kcal), sacrificio de tres edades (42, 49 y 56 días) y dos sexos se utilizaron. La reducción de la energía metabolizable de la dieta cerca de 3, 000 kcal/kilogramo no afectan el peso vivo, pero por debajo de este valor, el peso vivo disminuyo. El consumo de alimento fue menor cuando el nivel de energía de la dieta fue mayor. Para la conversión alimenticia fue favorecida en proporción directa al aumento del nivel de energía de la dieta. Pechuga tenía menos colesterol que la carne de muslo y lípidos totales. Muslo con piel tenía más del doble de la cantidad de lípidos totales de muslo sin piel, Pero el contenido de colesterol no difirió con el retiro de la piel. Contenido de

grasa intramuscular fue menor en la carne de aves alimentadas con ración de nivel de energía más bajo. Esta información puede ayudar a definir el manejo nutricional más adecuado. A pesar de la disminución en el rendimiento productivo de ave, la restricción de energía en la alimentación de pollos de engorda puede ser una alternativa viable, si los consumidores están dispuestos a pagar más por la carne con menos grasa.

Zorrilla (1993), utilizó diferentes niveles de energía, proteína y lisina durante la etapa de iniciación en pollos de engorda; los resultados obtenidos después de 21 días de experimentación indicaron que los aumentos de peso de los pollos están influenciados lineal y significativamente ($P < 0.01$) por el nivel de energía de la dieta. El consumo de alimento estuvo influenciado ($P < 0.05$) por el nivel de lisina y proteínas, pero no por el nivel de energía. En cuanto a la conversión alimenticia se encontraron diferencias ($P < 0.01$) entre tratamientos debido a proteína, lisina y energía. En el segundo experimento, se evaluó la respuesta de los pollos (0-28 días) alimentados con dietas con diferentes niveles de proteína y lisina con 3000 Kcal de EM/kg. Los resultados indicaron que los niveles de proteínas no tuvieron ningún efecto en ganancia de pesos ($P > 0.05$), pero al aumentar la lisina mejoró la ganancia de peso ($P < 0.01$). En consumo de alimento, se encontraron diferencias significativas entre tratamientos. En conversión alimenticia, no existieron diferencias ($P > 0.05$) entre los diversos niveles de proteína, aunque sí para la lisina.

Ghazanfari *et al.* (2010), estudiaron los efectos de diferentes contenidos de energía y proteínas de la dieta en el rendimiento, la concentración de la hormona del crecimiento y la expresión génica grelina en pollos de engorde. Se realizaron dos experimentos para determinar si los diferentes niveles de energía y proteína en la dieta alteran la concentración de la hormona del crecimiento y la abundancia de ARNm grelina en los pollos de engorde. El peso corporal y el consumo de

alimento se registraron semanalmente. Las muestras de sangre, características de la canal y proventrículo se recogieron a los 21, 42 y 56 días de edad. Las muestras de sangre se analizaron para determinar la concentración de la hormona del crecimiento (GH) por radio inmuno ensayo (RIA) y la expresión génica de grelina a partir de tejido proventrículo se midió por reacción en cadena de polimerasa en tiempo real (PCR). El consumo de alimento y la ganancia de peso corporal aumentó en pollos alimentados con dietas bajas en energía en comparación con los alimentados con dietas de alta energía a los 21 días de edad ($P < 0,0001$). Además, el aumento de energía de la dieta mejoró la conversión alimenticia (FCR) a 22-42 días de edad en pollos de engorde ($P < 0,0001$). El aumento de los niveles de consumo de alimento aumento con la proteína, la ganancia de peso y la mejora de FCR, en comparación con un bajo nivel de proteína. El porcentaje de la canal y de pechuga aumentaron en pollos de engorde alimentados con dietas altas en proteínas en comparación con los alimentados con dietas bajas en esta, durante diferentes períodos. Las dietas ricas en energía y bajas en proteínas aumentaron el porcentaje de grasa abdominal en los pollos de engorde. El resultado de este experimento indicó que no se presentó ningún efecto de diferentes niveles de energía y de proteínas en la dieta sobre la concentración de la hormona de crecimiento y la expresión de ARNm del gen ghrelin para pollos de engorde.

Laudadio *et al.* (2012), estudiaron el efecto de diferentes niveles de proteína cruda (PC) en la dieta sobre el crecimiento de pollos de engorde, así como el recuento total de mesófilos aerobios (TAMC) y *Escherichia coli* recuento (ECC) aislado de heces de pollo. Un total de 150 pollos de engordo de un día de edad (Hubbard) fueron asignados a tres tratamientos con cinco repeticiones de 10 aves cada una. Los tratamientos consistían en tres dietas con diferentes niveles de PC durante 42 días: alto contenido de proteínas (HCP, 22,5%), medio-proteína (MCP, 20,5%) y baja en proteínas (LCP, 18,5%). El peso corporal y el consumo de alimento se determinaron y se calculó el índice de conversión. Se recogieron

muestras fecales a los 14, 21 y 42 días. La PC de la dieta no afectó el crecimiento de los pollos de engorde. Reducir el nivel de CP fue eficaz en la modulación de la composición de la microflora fecal, en particular, las concentraciones TAMC y ECC (\log_{10} CFU g⁻¹) fueron significativamente menor para las aves LCP. Durante las condiciones de temperatura elevada (33 ° C y 70% de humedad relativa) una dieta baja en proteínas puede ayudar a controlar las características de la flora microbiana fecal sin efectos negativos sobre el rendimiento del pollo.

Houshmand *et al.* (2012), analizaron los efectos de la suplementación dietética de ácidos orgánicos, prebióticos y probiótico en pollos de engorda, un total de 288 pollitos machos Cobb se distribuyeron en un diseño completamente al azar de acuerdo con un arreglo factorial de 2 x 4, que consta de dos niveles de proteína cruda (recomendado o baja (85% del recomendado) y un programa de alimentación-aditivo cuatro. La dieta basal sin ningún aditivo para alimentación animal sirve como control y uno de los siguientes aditivos, ácidos orgánicos, un prebiótico y probiótico, agregaron a la dieta basal para formar los otros tratamientos. Se ofrecieron dietas de inicio y finalización desde 1 a d 21 y 22 a 42 días de edad, respectivamente. Las aves fueron criadas en un sistema abierto en condiciones tropicales naturales con la misma vivienda y prácticas de gestión general. Bajar significativamente el nivel de proteína en la dieta disminuyó el rendimiento de aves durante todo el experimento. Aditivos no tuvieron importantes efectos sobre el peso corporal, ganancia de peso corporal y consumo de alimento. La suplementación dietética con el prebiótico resultó en mejoras significativas en la eficacia de la alimentación durante 22-42 d y d 1-42 de edad. A los 21 y 42 d de edad los pollos alimentados con las dietas que contienen el prebiótico tenían las vellosidades duodenales más largas en comparación con los otros tratamientos. Las vellosidades del yeyuno y duodeno y cripta de yeyuno la profundidad no fueron influenciadas por los añadidos. En 21 días de edad la dieta además de los ácidos orgánicos y prebióticos aumentaron significativamente los títulos de anticuerpos contra la enfermedad de Newcastle en comparación con el grupo control. Se podría concluir que bajo la condición del estudio actual, el prebiótico

afecta rendimiento, pequeño morfología intestinal e inmunidad de pollos significativamente

Awad, *et al.* (2014), realizaron un estudio de tres semanas para determinar el efecto de bajar el nivel de proteína en la dieta (DPL) con aminoácidos óptimos (AA) perfil sobre el crecimiento, metabolitos de la sangre, y los pesos relativos de grasa abdominal y los órganos internos en los pollos de engorde criados bajo ambiente tropical caluroso y húmedo. Se formularon cinco dietas isocalóricas experimentales (3023 energía metabolizable / kg) de inicio (1-21 días) se formularon en una disminución gradual de proteína cruda (PC) de 22,2 (control) al 16,2% en el intervalo de 1,5%. Todas las dietas se alcanzan o sobrepasa las recomendaciones del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, excepto PC y energía metabolizable. Las formulaciones también se ajustaron para contener 1,1 digestible Lys para cumplir con el concepto ideal relaciones de AA. El peso corporal (BW), las ganancias de peso (WG), consumo de alimento y la conversión alimenticia de los grupos con el 19,2, el 20,7 y el 22,2% DPL no fueron significativamente diferentes. Sin embargo, BW y WG suprimidas ($P < 0,05$) con el 16,2 y el 17,7% DPL. La alimentación de la dieta CP 16,2% redujo significativamente la proteína sérica total y ácido úrico, pero el aumento de triglicéridos en suero ($P < 0,05$). Por otra parte, los pesos relativos del corazón aumentaron ($P < 0,05$), pero no se produjeron cambios en el peso del hígado y la grasa abdominal en polluelos con 16.2% DPL. En resumen, CP de pollos de engorde en inicio (1-21 días), la dieta puede ser reducida hasta el 19,2% con la fortificación esencial AA y sin ningún efecto adverso sobre el crecimiento bajo los trópicos cálidos y húmedos.

Jafarnejad *et al.* (2010), investigaron el efecto de dietas con diferentes niveles de proteína y energía en el desempeño de pollos de engorde en el final de la tercera semana. Un total de 2800 pollos de engorda machos fueron alimentados

con dos formas de dieta (puré y migaja-pellet), dos niveles de proteína (23% y 21% CP) y dos niveles de energía (3200 y 3000 Kcal/Kg ME) desde 1 hasta 21 días de edad. La ganancia de peso (BW) y la conversión de alimento (FCR) fueron afectados por el tipo de dieta con la forma de migaja-pellet siendo mejor ($P < .001$). La dieta con alto valor proteico significativamente aumentado BW y disminuido FCR ($P < .001$). Los diferentes niveles de energía no afectaron FCR y BW en las dietas, pero debe un efecto significativo sobre ellos en puré de la dieta ($P < .05$). No hubo ninguna interacción significativa para ninguno de los parámetros de prueba con excepción de las interacciones entre la energía y la forma de alimentación. BW y FCR fueron mejoradas por energía cuando las dietas fueron alimentadas en forma de puré (a diferencia de la forma migaja-pellets) en todas las edades. Se concluye que la alimentación con migaja pellets de 1 a 21 días de edad mejoró BW y FCR y que un aumento en el contenido en proteínas (a diferencia de la energía) de la dieta aumentó el rendimiento de los pollos al final de la tercera semana.

Abde *et al.* (2010), estudiaron los efectos de la proteína cruda (PC), lisina y equilibrio de aminoácido en dietas para pollos de engorda machos sobre los parámetros productivos (aumento de peso y conversión alimenticia, eficiencia). Cinco dieta se utilizaron: 1) CP 23%; 2) CP 21%; 3) 21% CP más aminoácidos adicionales (21,68% del total de CP) para proporcionar al menos, tanto de los aminoácidos esenciales como presentes en la dieta CP 23%; 4) CP 19% y 5) CP 19% plus adicionales aminoácidos (20,31% del total de CP) para proporcionar al menos, tanto de los aminoácidos esenciales como presente en la dieta CP 23%. Para cada una de las cinco dietas de prueba, Lys adicional se agregó para proporcionar los niveles totales de Lys de 1.10, 1.15, 1.20, 1.25, 1.30, 1,35 1,40%. Se utilizó un arreglo factorial 5 x 7. Cada tratamiento fue alimentado a 6 corrales replicados de 6 pollos machos. Las aves alimentadas con dietas bajas en proteínas (21%) suplidas con EAAs (21,68% del total de CP) mostraron significativamente la más alta y mejor conversión alimenticia. No se encontraron

diferencias significativas en ganancia de peso entre aves alimentadas con dieta (23%) y 19% CP o 19% además de EAAs (20,31% del total de CP) y 21% CP los parámetros fueron afectados significativamente por los niveles de proteína en la dieta. La conversión alimenticia mejoro significativamente al igual que ganancia de peso con el aumento de lisina dietética en los niveles hasta el 1,25%. Una interacción de CP con o sin EAAs con nivel dietético lisina fue significativa para ganancia de peso. Los resultados sugieren que el peso corporal máxima puede ser obtenido con un 21% baja-CP más suplementación de EAA, que fue el mismo que de los pollos alimentados con dieta alta en proteínas (23% CP). Nivel de lisina alimenticio óptimo para el rendimiento fue afectado por el nivel de proteína en la dieta y el balance de aminoácidos.

Toledo *et al.* (2011), evaluaron el efecto de los niveles dietéticos de proteína cruda (PC) y el uso de una solución nutritiva mediante agua potable en el desempeño de pollos de engorde de arranque previo. Se utilizaron un total de 1.224 pollos machos, de uno a 40 días de edad. Las aves se distribuyeron en un diseño experimental completamente al azar con un arreglo factorial $3 \times 2 \times 2$, que consta de tres pesos corporal inicial (bajo: 41 g, estándar: 45 g y alta: 49 g; dos niveles de proteína cruda en la fase previa de arranque (22 y 25% CP), con o sin la adición de una solución nutritiva, cuyo nivel nutricional fue similar a la dieta de pre arranque CP 25%, en una concentración del 5% del agua potable. Cada tratamiento incluyó seis repeticiones y 17 aves por unidad experimental. Al final de la fase previa de arranque, todas las aves recibieron una dieta con un 22% CP hasta el día 21 y una dieta con 20% CP desde el 21 hasta el día 40. El uso de la dieta pre arranque con mayor nivel nutricional y la solución nutritiva mejora desempeño de pollos de engorde. La fuente nutritiva temprana vía agua potable resultó en la uniformidad y el mejor desempeño de pollos de engorde. Sin embargo, las aves con bajo peso inicial continuaron presentan menor peso corporal en la edad del mercado.

2.12 Investigaciones sobre diferentes concentraciones de nutrientes en la dieta del pollo de engorda que influyan sobre las características de la canal de pollo.

Nunes *et al.* (2012), evaluaron la suplementación de cisteamina (CS) en dietas de pollo de engorda hembras con diferentes niveles de densidad de energía. Un total de 980 pollas de la línea Cobb 500 de un día de edad fueron asignadas en 28 parcelas. Se adoptó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2 x 2, con 7 repeticiones. Los factores estudiados fueron la suplementación (o ausencia) de cisteamina (60 mg/kg y 80 mg/kg de alimento en el fase de inicio y crecimiento/finalizado, respectivamente) y dos patrones de energía metabolizable aparente corregida por balance de nitrógeno (AMEn) en las dietas. Los niveles de energía (Mcal/kg de alimento) practicado en patrón 1 fueron 3.00; 3.10; y 3.20 y para el patrón 2 estaban 3.05; 3.20; y 3.30 en la fase de inicio, crecimiento y finalizado, respectivamente. Las dietas fueron en base a harina de maíz y soja. Consumo de alimento, aumento de peso, conversión alimenticia, viabilidad y rendimiento de la canal fueron evaluados. No se presentó ninguna interacción entre la suplementación con CS y diferentes niveles de AME en la dieta sobre el desempeño o característica de la canal evaluados. Pollos alimentados con la dieta suplementada con CS presentó mejor conversión alimenticia a lo largo del ciclo de crecimiento, pero el consumo de alimento y aumento de peso no fueron afectados por los suplementos de la CS. El patrón más alto de la densidad de energía produjo mayor ganancia de peso en la fase de inicio, crecimiento y mejor conversión alimenticia de las aves durante el período entero de crecimiento. El rendimiento de la canal no fue influenciado por los niveles de suplementación de energía o cisteamina estudiados.

Kim *et al.* (2012), investigaron los efectos de diferentes niveles de energía metabolizable (EM) en la dieta, para evaluar desempeño productivo y las características de la canal en dos líneas diferentes de pollo de engorda. Un total de 1000 pollos, de un día de edad, una línea A y línea R de pollitos machos se

asignaron al azar en 8 tratamientos en arreglo factorial 2 × 4. Fueron alimentados iso-nitrogenadas (CP 21%) las dietas se formuladas para contener EM 2.950 a 3.250 kcal/kg en el incremento de 100 kcal/kg en la etapa de iniciación (1 a 21 días) e iso-nitrogenadas (CP 19%) dietas en pellet que contienen igual EM, en la fase de finalizado (22 a 38 días). La ganancia de peso de pollos alimentados con menor EM en dietas (3.050 o 2.950 kcal/kg) fueron superiores a los grupos de mayor EM. El nivel de energía en la dieta mostró efectos significativos en el consumo de alimento y conversión alimenticia de 1 a 38 días de edad ($p < 0.05$). Con el incremento de energía en la dieta, el consumo de alimento tendido a reducirse, mientras que la conversión alimenticia mejoró en las dos estirpes de pollos. La conversión alimenticia menor se observó en 3.250 kcal/kg de dieta en grupos tanto de las dos líneas de 1 a 38 días de edad. El consumo de alimento y ganancia de peso durante 38 días fueron afectados significativamente por el factor de las líneas. El Aumento de energía alimentaria hasta 3.250 kcal/kg no tuvo efecto sobre el peso relativo de pechuga y grasa abdominal.

Dehghani *et al.* (2016), investigaron el efecto de la suplementación dietética de ácidos orgánicos (OA) sobre las características de la canal de pollos de engorde alimentados con dietas con diferentes niveles de proteína cruda (PC). Un total de 540 pollos de engorde de un día fueron asignados a 9 tratamientos dietéticos en un arreglo factorial 3 x 3 con 4 corrales de réplicas y 15 pollos de engorde por corral. Los tratamientos experimentales consistieron en 3 diferentes niveles de PC (alta, media y baja) y 3 suplementación dietética OA (control, 2,5 g de ácido cítrico / kg, y 2,5 g de ácido butírico / kg). Los niveles de proteína de la dieta alta de CP fueron 230, 210 y 190 g / kg durante el inicio, crecimiento, y los períodos de finalización, respectivamente. Los valores respectivos fueron de 220, 200 y 180 g / kg para el medio-CP, y 210, 190 y 170 g / kg para las dietas bajas en CP. El estudio duró 42 días. Las variables de desempeño incluyendo la ganancia media diaria de peso (GDP), consumo de alimento (CMD), y la tasa de conversión alimenticia (FCR) se midieron dos veces por semana. Al final del estudio, 2 aves seleccionadas al azar por corral fueron sacrificados para medir características de

la canal. Los resultados mostraron que aunque los valores de FCR CMD y no fueron afectadas por niveles de PC, lo que reduce el nivel PC de la dieta (medio + bajo) disminuyó durante el arranque ADG (ganancia media diaria) ($P = 0,092$). En la fase de acabado, ADG fue similar entre los diferentes grupos. La suplementación dietética de ácido cítrico aumentó la GMD ($P = 0,062$) durante el periodo de arranque. Además, la OA suplementación de las dietas (cítrico + butírico) aumentó ($P = 0,002$) ADG en el periodo de acabado, lo que resulta en la mejora ($p = 0,027$) Valores FCR. Suplementario OA aumentó la GMD sólo en pollos de engorde alimentados con dietas que contienen niveles más altos de PC (de alta y dietas de mediano CP), lo que resulta en un CP \times interacción OA ($p = 0,024$) durante el período de acabado. El peso del hígado y la carcasa rendimiento relativo se redujo ($P < 0,05$) mediante la reducción de nivel de proteína de la dieta (medio + bajo), mientras que el porcentaje de grasa abdominal se incrementó ($P < 0,001$), con el mayor ($P = 0,004$) la grasa abdominal asignado a los pollos de engorde alimentados con la dieta baja en CP. La suplementación dietética OA (cítrico + butírico) aumento del rendimiento ($P = 0,016$) en canal, mientras que redujo ($P < 0,001$) el peso relativo de la molleja. Los presentes resultados indican que el nivel de proteína de la dieta se puede reducir en 2 puntos porcentuales si se proporcionan los aminoácidos más limitantes en los niveles suficientes. Por otro lado, la suplementación dietética OA aumentó la ganancia de peso y el rendimiento de la canal de pollos de engorde.

Wang *et al.* (2014), investigaron los efectos de la fuente de proteína y aminoácidos (AA) y los niveles de energía metabolizable aparente (AME) en las dietas de pollos de engorde machos de 8 a 21 días de edad en la fase de crecimiento. Se utilizaron pollos de engorda machos Ross 708, fueron asignados al azar a cada uno de los corrales en piso, dispuestos en un diseño de bloques completos al azar. Cada dieta contenía 1 de 2 fuentes de proteína (alta inclusión de granos secados los destiladores con las solubilidades) o alta inclusión de harina de carne y hueso, 1 de 2 densidades de AA (moderada o mayor del 10%) y 1 de 2 densidades AME (2.998 o 3.100 kcal/kg). Se alimentaron con dietas

experimentales de 8 a 21 días de edad y las dietas comunes de 1 a 7 y 21 a 55 días de edad. Al utilizar la dieta alta AA el consumo de alimento no afectó la ganancia de peso, resultando en una proporción menor de conversión alimenticia. Una dieta alta en AME produjo un consumo bajo pero creciente aumento de peso, que se tradujo en un menor conversión alimenticia de 8 a 21 días de edad. El aumento de consumo de alimento, ganancia de peso y la conversión alimenticia de 21 a 54 días de edad, y peso de la canal en 42 y 55 días de edad no fueron afectadas por tratamientos de 8 a 21 días de edad. Sin embargo, manipulación de la dieta temprana de 8 a 21 días de edad afectó el rendimiento de grasa y carne en 42 y 55 días de edad.

Marcu *et al.* (2012), estudiaron la influencia del nivel de alimentación energía-proteína sobre las características de las canales (participación de las partes cortadas de la proporción de carne/hueso y estructura de la canal entera) y composición química de carne procedentes de diferentes regiones anatómicas en pollos de engorda de la línea "Hubbard F15", sacrificado a 42 días de edad. Los pollos fueron divididos en tres tratamientos: Grupo control (Lc) y dos grupos experimentales, que habían recibido dietas compuestas con diferentes niveles de energía y proteína (Lc-estándar; Lexp1-alto en un 10% y Lexp2 inferior en un 10%). Después del sacrificio, en cada grupo se determinaron las características de la canal, usando mediciones gravimétricas y composición química de la carne, utilizando el método de STAS. Se registraron los valores más altos en el grupo de Lexp1 para los muslos y pechuga y en el grupo de Lexp2 fueron los valores más bajos para las piezas y los valores más altos para las otras restantes partes de la canal. La relación carne/hueso ha registrado valores de 3.66/1, en el grupo Lexp2 y hasta 4,07/1, en el grupo Lexp1. Para la composición química de la carne, en la pechuga sus músculos contenían más cantidad de proteínas, y la situación se revirtió en los músculos de los muslos y contramuslos. En consecuencia, después de la evaluación de la composición química en los músculos estudiados en el grupo Lexp1 fue encontrado el mayor contenido de lípidos y más bajo contenido de proteína, en comparación con los grupos Lc y Lexp2. En el grupo Lexp1,

alimentar con mayor cantidad de proteína y nivel de energía han influido positivamente en las diferentes partes cortadas en la estructura entera de la canal (pechuga y muslos), la proporción de carne, hueso y la composición química de la carne (proteínas y lípidos).

Miranda *et al.* (2015), utilizaron un total de 4.800 pollos de engorda Cobb de un día (d) de edad, en un estudio con el objetivo de evaluar programas dietéticos formulados con diferentes grados de restricción de la proteína bruta (CP) y la suplementación de L-valina y L-isoleucina. Cuatro programas de alimentación (PRG) que reflejan diferentes estrategias para proporcionar los aminoácidos (AA) a los pollos de engorde se utilizaron, respectivamente, de d 1 a 7, 8 a 21, de 22 a 35 y 36 a 42, de la siguiente manera: PRG 1, CP restringido a 224, 211, 198 y 184 g / kg con la calificación mínima AA digeribles a la lisina (Lys) relaciones establecidas solamente para el total de azufre AA (TSAA) (0,72) y treonina (Thr) (0,65); PRG 2, como PRG 1 sin restricción CP con relaciones de AA a Lys extendió a la valina (Val) (0,77) e isoleucina (Ile) (0,67); PRG 3, como PRG 2 suplementado con L-Val y PRG 4, como PRG 3 suplementado con L-Ile. 4 repeticiones del PRG provisto del 1 al 21 d se dividen además en la respectiva 4 PRG dada de 22 de los 42 días a la de total de 16 tratamientos. El estudio se realizó como un diseño de bloques completos al azar con 2 bloques de tiempo y 24 repeticiones por tratamiento por bloque de 1 a 21 días y 12 repeticiones de 22 a 42 días. En general, no hubo efectos de bloque de tiempo o la interacción entre PRG alimentado del 1 al 21 y 22 a 42 días de edad. Los datos de rendimiento y procesamiento demostraron beneficios de la formulación de dietas utilizando coeficientes mínimos de Val e Ile. La ganancia de peso fue mayor cuando ambos AA se complementaron entre sí (PRG 4). Por otra parte, se mejoró la conversión alimenticia (FCR) cuando las proporciones Val e Ile a Lys se obtuvieron sin el uso de fuentes sintéticas. El rendimiento de la canal no se vio afectada por PRG con la excepción de la proporción de grasa abdominal que se redujo ($P < 0,05$) cuando los pollos de engorde fueron alimentados con dietas con proporciones mínimas de Val e Ile sin utilizar fuentes sintéticas. En conclusión, la formulación de dietas para

pollos de engorde sin CP nivel mínimo, pero el uso de AA a las relaciones de Lys como en PRG 2, 3 y 4, permitió un crecimiento y rendimiento de la canal adecuado. El uso de L-Val y L-Ile llevado a mejorar la conversión alimenticia y, por lo tanto, esta posibilidad debe ser explorado para mantener la eficiencia de la producción de carne de pollo.

Gopi *et al.* (2014), analizaron el efecto de la suplementación dietética de la coenzima Q10 (Qzyme, manufacturada por Agranco USA Código No. DV100-12) en la tasa de crecimiento de pollos de engorde, características de la canal y costos de producción. Se realizó un ensayo biológico con 270 pollos de engorda de la línea Cobb 400 alimentados con coenzima Q10 en 0, 20 y 40 mg/kg de dieta en cada uno de los tres niveles de energía (Normal, bajo menos 100Kcal/kg de dieta con respecto a la dieta normal y alto más 100 Kcal/Kg con respecto a la dieta normal). Al final del período de crecimiento de 42 días las aves fueron sacrificadas y se analizaron las muestras. Consumo de alimento fue comparable en toda la energía y combinaciones de CoQ10, pero mayor ganancia de peso corporal y mejor conversión alimenticia con menos costo por kilogramo de peso se observó en el grupo con energía alta suplementado con 20 mg de CoQ10/kg dieta. El peso de hígado, bazo, grasa abdominal y longitud intestinal no fueron significativamente alterados por la suplementación CoQ10. El peso del corazón, molleja así como la ascitis disminuyeron significativamente debido a la suplementación CoQ10. Por lo tanto, aves alimentados con la dieta de alta energía suplementando con CoQ10 de 20 mg / kg de dieta tenían mayor rendimiento de la producción.

Marcu *et al.* (2012), evaluaron el efecto de diferentes niveles de energía y proteína en el desempeño productivo (ganancia diaria, conversión alimenticia), sacrificio y rendimiento de las piezas cortadas de toda las canales de pollos de engorda "Hybro PN, sacrificado a 42 días de edad. Los dos grupos (grupo experimental Lexp y grupo control Lc) han recibido dietas compuestas con diferentes niveles de energía y proteína (Lc niveles de proteína y energía conforme a lo recomendado por la compañía Hybro PN y Lexp niveles de proteína

y energía con una 10% más altos). Los pollos se pesaron a: 1, 7, 14, 21, 28, 35 y 42 días de edad. Después del sacrificio, de cada grupo fueron muestreadas 30 aves y se utilizaron medidas gravimétricas para determinar las características de la canal. En 42 días, el grupo Lexp ha registrado los valores más altos para el peso corporal (+7.83%) y la ganancia diaria promedio (+8.70%), en comparación con el grupo de Lc. Esta actuación se ha logrado a través de una ingesta promedio individual de 4,162 kg, en Lc y 4,227 kg, en Lexp, lo que significa un valor de 1,701 kg alimento/kg ganancia, en el grupo Lexp y 1,806 kg alimento/kg en el grupo de Lc. Para el sacrificio rendimiento en canal caliente resultaron valores de 77,22% (Lc) a 78.21% (Lexp), en pollos hembras y de 78.55% (Lc) hasta 79,12% (Lexp), en pollos machos. Después de refrigeración, los valores para esta característica fueron disminuidos por 1.80 hasta 1,89%. En la participación de las partes de canales registraron los valores más altos en grupo Lexp en pechuga y muslos del pollo, en comparación con el grupo de Lc. En el grupo Lexp, altos niveles de proteína y energía en la dieta ha influido significativamente: en ganancia diaria, conversión alimenticia, rendimiento de sacrificio y características de las partes de la canal (pechuga y muslo).

Milosevic *et al.* (2013), evaluaron el efecto del programa de iluminación y niveles de energía en la dieta sobre las características de la canal de pollos de engorde. El experimento se realizó en pollos Cobb 500 hasta 42 días de edad. Se realizó dos experimentos factoriales (2 x 2) en canales de 40 pollos de ambos sexos (10 por repeticiones). El primer factor fue el programa de iluminación donde un grupo representado por la aplicación de los pollos de engorda iluminación L 23:1 y el grupo B del régimen 1. WK - 23L: 1; 2. wk - 12L: 12D, 3. WK 14:00; 4. wk - 16L: 8; 5.el wk-18 L: 6, 6. WK-20 L: 4. Otro factor fue el nivel de energía donde las dietas son en el grupo "A" eran canales de pollos alimentados con dietas estándar de proteína y energía, en el grupo "B" fueron las canales de pollos alimentados con dietas con alto contenido energético a 0.40 ME MJ / kg en comparación de las dietas estándar. Las pruebas han demostrado que un programa de iluminación y nivel de energía como factores no tienen ningún efecto

significativo sobre el rendimiento de la canal de pollos, pero diferencias significativas ($P < 0.05$) surgió como las interacción Axb y Bxa combinaciones de los parámetros. La cantidad de grasa abdominal fue significativamente mayor ($p < 0.05$) en el grupo A y combinación de Axb comparado Bxa y Bxb. compartir peso de despojos comestibles expresado como % del "canal de corte clásico" fue significativamente mayor ($P < 0.05$) en el grupo B. La combinación de Axb presentaron una proporción significativamente menor de despojos comestibles en comparación con la combinación de Bxa.

Marcu *et al.* (2013), estudiaron el efecto de los niveles de energía y proteína en la dieta sobre las características de la pechuga de pollos, que fueron sacrificados a 42 días de edad. El material genético fue representado por pollos Ross-308, con tres grupos (LC-grupo control, grupos experimentales L1 y L2). Durante los períodos de crecimiento (inicio, crecimiento y finalizado) recibieron dietas compuestas ad libitum, con diferentes niveles de energías y proteína (LC-conforme a las recomendaciones de Aviagen Company; L1-superior con 10%; L2-inferior con 10%). Después del sacrificio, de cada grupo fueron muestreadas las pechugas de 10 canales (cinco cada sexo) y se determinaron: carne, masa muscular: cociente de huesos, composición química de la carne, valor de pH (después del sacrificio hasta 24 horas de refrigeración) en el músculo pectoral superficial. De estas características, se obtuvieron los valores más altos en el grupo de L1 y los valores más bajos en el grupo de L2. En el grupo de L1, ha influido significativamente altos niveles de energía y proteínas en la dieta: sobre la carne, masa muscular: huesos, composición química de la carne (humedad, proteínas y lípidos), valor de pH en el músculo pectoral superficial, en comparación con LC y L2

Zaho *et al.* (2008), evaluaron los efectos de la energía dietética y niveles de lisina en el rendimiento y características de la canal de pollos de engorde de 42 días de edad y determinar el nivel óptimo de energía y AA de lisina. Un total de

160 pollos de un día de edad machos fueron asignados aleatoriamente en cinco tratamientos dietéticos con un diseño experimental de 2 × 2 aleatorio de bloques y un tratamiento de control con 32 réplicas de un ave por replicar corral. Las concentraciones de energía y lisina eran (L) menor o (H) mayor de las recomendaciones por NRC (1994), que consta de cuatro dietas, respectivamente, variaron de 0.418 MJ EM / kg de la relación entre dieta y 0.1% de 0 a 3 semanas de edad y de 4 a 6 semanas de edad y de acuerdo con recomendaciones de NRC (1994) la (M) moderada representa la dieta del grupo de control. Resultados mostraron que (1) Cuando los niveles de energía alimentaria se incrementaron de 12,97 MJ/kg a 13,81 MJ/kg, el peso corporal de los pollos de engorde se incrementó por el 12,67%; con un 20% de aumento en el nivel de lisina dietético, el peso corporal fue significativamente elevado 12.38% ($P < 0.05$) y la conversión alimenticia disminuyó 3.84%. Hubo un efecto evidente en la interacción de conversión alimenticia ($P < 0.05$). (2) El peso de la canal, peso eviscerado, de pechuga, de muslo, peso de la grasa abdominal y rendimiento grasa abdominal aumentaron con el incremento de energía y lisina. Cuando los niveles de lisina dietética se incrementaron en un 20%, el peso de la canal, peso eviscerado, peso de pechuga y rendimiento muscular de pechuga mejoraron significativamente por 12,33%, 12,62%, 28,53% y 3,11%, respectivamente. Hubo un efecto evidente interacción en peso de la grasa abdominal ($P < 0.05$). Las aves presentaron un rendimiento óptimo de crecimiento y de la canal cuando los niveles de energía alimentaria fueron 13,81 MJ/kg, los niveles de lisina dietética eran 1,2% de 0 a 3 semanas de edad y 1.1% de 4 a 6 semanas de edad.

Monfaredi *et al.* (2011), estudiaron los efectos de dos fuentes de grasa en el rendimiento, parámetros de sangre y características de la canal de pollos engorda. Se utilizaron 280 pollos de engorda de un días de edad, fueron asignados aleatoriamente a 5 tratamientos dietéticos (tres repeticiones de 12 aves por tratamiento). El experimento fue realizado con un diseño completamente al

azar (DCA), las aves fueron alimentadas isoenergéticas e isonitrogenadas, dietas sin grasa (control), 20 y 40 g de aceite de soja, de 20 y 40 g sebo de res/kg, la alimentación de 11-42 días de edad. Indicando los resultados que la suplementación de dietas de engorde con hasta 40 g soja aceite/kg mejoro significativamente el rendimiento y reduciendo el colesterol sérico, y grasa abdominal en comparación con las aves que recibieron dietas que contenían sebo de res.

Vieira (2006), estudió las respuestas de pollos de engorde a los cuales se les aumento la energía de alimentación (2.870, 3.000 y 3.100 kcal EM / kg) y la inclusión de Acidulado de soja (ASS) en comparación con aceite de soja desgomado (DSO) en las dieta de estas aves a 7 días de edad. De 7 a 42 días ASS o DSO se incluyeron en las dietas que contenían energía similar y los niveles de nutrientes. Valores de energía metabolizable utilizados para formular las dietas para ASS y DSO eran 8.351 y 7.701 kcal EM / kg en la primera semana y 9.314 y 8.559 kcal EM / kg, respectivamente. Las dietas se basaron en el maíz y la harina de soja y se alimentaron a 1600 pollos de engorda machos de un día de edad, colocados al azar en 40 corrales de piso. No hay diferencias en el rendimiento debido a la fuente de grasa observado a los 7 días. Sin embargo, el aumento en los niveles de energía de 3100 kcal EM / kg redujo el consumo de alimento, mientras que la conversión alimenticia fue mejorada con la energía a 3.000 kcal EM/kg. Los rendimientos de la canal y los cortes comerciales no se vieron afectados por el tipo de grasa incluida en los piensos 7-42 días, excepto para el aumento de peso corporal a los 21 y 35 días con la administración de suplementos ASS. Por otro lado, el peso corporal a los 35 días fue afectado por la interacción de los alimentados con dietas en la primera semana con los proporcionados después. Los resultados mostraron que los valores de EM utilizados para DSO y ASS son adecuadas y que ASS pueden ser utilizados como fuente de grasa en pollos de engorda.

Gómez *et al.* (2012), realizaron dos experimentos para evaluar el crecimiento, contenido y deposición de tejidos y retención de proteína y energía en la carne de la canal en pollos en crecimiento alimentados con pasta de canola (PCAN) en sustitución de pasta de soya (PSOY). En el Exp 1, seis pollos machos, de 43 días de edad, se sacrificaron al inicio y 36 pollos fueron asignados a tres dietas con cantidades crecientes de PCAN (0, 10 y 20 %) combinadas con dos niveles de lisina digestible (LD: 0.85 y 0.95 %). En el Exp 2, seis hembras y seis machos, de 28 días de edad, se sacrificaron al inicio y 72 pollos fueron asignados, por sexo, a dos dietas (PSOY o PCAN como único ingrediente proteico) combinadas con tres niveles de energía (3.0, 3.1 y 3.2 Mcal de EM/kg de alimento). Cada experimento duró dos semanas y al final todos los pollos fueron sacrificados. En el Exp 1, no hubo diferencias estadísticas en la productividad o retención de proteína y energía en la canal entre niveles de PCAN ($P > 0.05$). En el Exp 2, el consumo de alimento, proteína y energía y la deposición de grasa fueron mayores ($P < 0.05$) con PSOY, pero la ganancia de peso, eficiencia alimenticia y retención de proteína y energía en la canal fueron similares entre dietas. Los resultados indican que es factible sustituir parcial o totalmente la pasta de soya por pasta de canola en la dieta de pollos de engorda en crecimiento.

Gheorghe (a) *et al.* (2013), evaluaron el efecto de tres niveles de proteína en la dieta sobre composición corporal, perfil metabólico de plasma y composición de la canal de pollos de engorde a 42 días de edad. Pollos de engorda Cobb 500 de un día de edad no sexado ($n = 600$) fueron asignados aleatoriamente en 3 grupos con 4 repeticiones por tratamiento. Tres dietas se formularon para cada fase de crecimiento, para contener 3 niveles de proteína: alto valor proteico (HP), proteína media (MP) y baja en proteínas (LP). La ganancia de peso en pollos de engorde fue influenciado por los tratamientos dietéticos (+ 8% en HP, respectivamente - 7,7% en LP vs MP; $P < 0.001$). La canal de la dieta HP representó 86.97% de ganancia de peso (GP) y en la dieta con LP 85,47% de GP vs MP (85.79% de GP; $P < 0.028$). La composición química del canal, órgano y plumas de la fracción no fue afectada por los tratamientos dietéticos ($P > 0.05$). En general, los

parámetros bioquímicos de plasma no fueron influenciados por los niveles de proteína en la dieta ($P > 0.05$). En conclusión, dietas bajas en proteína pueden soportar un rendimiento similar a dietas altas o medianas cuando se utilizan ingredientes de calidad. El menor nivel de proteína en la dieta resultó en la excreción de nitrógeno reducido, que es una ventaja importante para la seguridad del medio ambiente.

Gheorghe (b) *et al.* (2013), analizaron la influencia de diferentes niveles de proteína en la dieta sobre las características de rendimiento y canal de pollos de engorda de 1 a 42 días. Se utilizaron pollos de un día de edad no sexado de la línea Cobb 500 ($n = 600$) los cuales fueron asignados aleatoriamente en 3 grupos con 4 repeticiones por tratamiento. Las dietas se formularon para contener los 3 niveles de proteína: alto valor proteico (HP), proteína media (MP) y baja en proteínas (LP). En la ganancia de peso (GP) en la dieta de HP fue mayor con 4,28% y en la dieta con LP fueron inferiores en un 4,44% vs MP ($P < 0.0001$). La conversión alimenticia (CA) en todo el período en la dieta de HP se redujo con 3,96% y en el LP dieta se incrementó con el 4,95% vs MP ($P < 0.002$). El consumo de alimento (FI) no fue influenciado por el nivel de proteína en la dieta durante el período total. Rendimiento de la canal y el porcentaje de hígado de pollo de engorda no fueron afectados por el nivel de proteína en la dieta. Rendimiento de pechuga y piernas fueron influenciados por el nivel de proteína en la dieta, dieta LP se observó una disminución con 4.10% ($P < 0.04$), respectivamente 4,47% ($P < 0.0001$) vs dieta MP. La dieta de HP produce canales que contenía niveles inferiores (2.49%; $P < 0.0001$) de grasa abdominal que la dieta LP (2,78%; $P < 0.0001$). Se concluye que el nivel de proteína en la dieta influye significativamente en el rendimiento (aumento de peso, índice de conversión) y los parámetros del canal (rendimiento de pechuga y piernas, grasa abdominal) del pollos de engorde.

Hada *et al.* (2013), evaluaron los parámetros productivos, rendimiento de la canal así como sus partes y cambios en la sangre en pollos de engorde alimentados con diferentes niveles de proteínas, carbohidratos y lípidos. Las aves fueron alimentadas con una dieta comercial hasta siete días de edad. En el día 8, las aves fueron distribuidos de acuerdo a un diseño experimental completamente al azar en un arreglo factorial 2 x 4 (dieta control, dieta baja en proteínas, dieta baja en carbohidratos o una dieta baja en lípidos frente a la suplementación de 0 ó 0,3 ppm de selenio orgánico) con cuatro repeticiones de 15 aves cada uno. Pollos alimentados con dietas baja en proteínas presentan un menor peso corporal, consumo de alimento y la conversión alimenticia peor en el día 42, así como de la canal y los rendimientos de pechuga, el aumento de la pierna y los rendimientos de grasa abdominal, los niveles más altos de triglicéridos sanguíneos y de ácido úrico. Los pollos de engorde alimentados con dietas bajas en carbohidratos se presentan niveles bajos de glucosa en los días 14 y 42 y creatina-quinasa (CK) aumentaron a medida de la edad de las aves. La habitabilidad de los pollos de engorde alimentados con dietas bajas en proteínas mejoradas y de aquellos alimentados con dietas bajas en carbohidratos se agravó con la adición de selenio en la dieta los días 35 y los suplementos de aumento de los niveles de glucosa a los 42. Los cambios en la proteína de la dieta causaron más impacto en el rendimiento de pollos de engorde en comparación con los carbohidratos y lípidos. Los cambios en macronutrientes causaron cambios metabólicos en los pollos de engorde. El selenio afecta la habitabilidad de pollos de engorde, medido en días 35 y 42, y los niveles de glucosa en sangre.

Oliveira *et al.* (2013), investigaron los efectos de la reducción de proteína cruda en la dieta sobre el crecimiento y la carcasa de 22-42 días de edad en pollos de engorda, los cuales fueron criados en diferentes temperaturas. Los tratamientos se establecieron en un arreglo factorial de cinco por dos, con cinco niveles de proteína bruta (220, 210, 200, 190 y 184 g/kg) y dos temperaturas (21.6 y 32.2 °C). Las dietas fueron isocalóricas y aminoácidos esenciales se mantuvo

constante en todos los tratamientos. No hubo interacción entre la reducción de la proteína bruta y la temperatura ambiental para cualquiera de los parámetros evaluados. La proteína cruda no tuvo influencia en el consumo de alimento. Sin embargo, el aumento de peso y la conversión alimenticia fueron influenciados por la reducción lineal de proteína cruda. El peor rendimiento se observó en las aves expuestas a estrés por calor en comparación con aves criadas en condiciones de temperatura neutra. No hubo efecto de la reducción de proteína bruta en pechuga y muslos. Aves criadas bajo estrés térmico tuvieron un rendimiento inferior de pechuga y muslo. Cualquier reducción de proteína cruda en el rango de 220 a la 184 g/kg para los pollos de engorde del 22 al 42 días de edad, tiene un efecto negativo en su rendimiento. El estrés por calor empeora el rendimiento del pollo y el rendimiento de la pechuga.

Laudadio *et al.* (2012), evaluaron el efecto de la disminución de proteína en la dieta sobre el desempeño del crecimiento, características de la canal y morfometría de la mucosa intestinal, de 180 pollos de engorda hembras de línea comercial Hubbard, las cuales fueron divididas en 3 grupos y alimentados con 3 dietas isoenergéticas ad libitum de 14 días de edad hasta la edad de sacrificio (49 días). Los tratamientos varían según 3 niveles de proteína: dieta alta en proteínas (cadera, 22,5% CP, base de DM), dieta rica en proteínas medio (MedP, 20,5% CP) dieta baja en proteínas (LowP, 18,5%). Las dietas fueron obtenidas mediante la sustitución de harinilla de trigo con harina de soja y se formularon para satisfacer o superar los requisitos del aminoácido de la NRC. Índices morfométricos de duodeno, yeyuno e íleon se midieron al final del período de alimentación e incluyen vellosidad altura, profundidad de la cripta, relación de las vellosidades a cripta y superficie aparente de la vellosidad. El nivel de proteína en la dieta tuvo efecto significativo sobre ganancia de peso al final y la eficacia de la alimentación seguía siendo inafectados por el tratamiento dietético. Los rendimientos del músculo (pechuga y muslo) fueron significativamente mayores en las aves con la dieta altas en proteína comparada con los de las dietas media P y baja P. La

calidad de la carne no fue afectada por el nivel de proteínas. La superficie de la vellosidad de todos los segmentos intestinales no cambió entre los grupos. En cambio, reducción del nivel de proteína en la dieta a 20,5% dio lugar a una mayor altura de vellosidades y relación de profundidad vellosidades cripta en el duodeno y el íleon. Se concluye basándose en los resultados, si la dieta alta en proteínas promueve la producción de carne, pero una dieta de proteínas media podría positivamente apoyar el desempeño de crecimiento de pollos de engorde, según lo confirmado por las características morfométricas favorable del intestino.

Mandal *et al.* (2010), analizaron 120 pollitos de engorda de un día de edad, los cuales se dividieron en 3 grupos con cuatro repeticiones en cada una y se alimentaron con tres diferentes niveles de proteína 23% y 21%, 21% y 19%, y 19% y 17% en la etapa de inicio y finalizado respectivamente con niveles fijos de aminoácidos limitantes a saber: lisina (1,25 y 1,16%), metionina (0,55 y 0,50%), treonina (0,95 y 0,88% en el periodo de inicio y finalización, respectivamente). La temperatura en la caseta durante el periodo experimental se registró como mínimo 28,9 a 33,1 °C (media 31,1 ± 0,11 °C) y máximo 32,3 a 38,9 °C (media 35,3 ± 0,16 °C). Mientras disminución del nivel de proteínas del 23% al 21 o 19% en la dieta de inicio (en el nivel de energía fija de 2.900 kcal de EM / kg de dieta) no alteró el aumento en la ganancia de peso, pero mejoró la conversión alimenticia, durante la ganancia de peso en la fase de finalización fue significativamente ($P < 0,01$) deprimida sin alterar la eficiencia alimenticia con el resultado de que la ganancia de peso vivo más alta se registró con PC alta en la dieta (23% y 21% en el inicio y finalizado). Las características de la canal, el peso relativo de los órganos viscerales e inmunológicos y el rendimiento de la pechuga no fueron diferentes debido a los niveles de proteína. Los resultados indicaron que el mejor rendimiento de pollos de engorde se obtuvo a altos niveles de proteínas de la dieta (23 y 21% en el inicio y las dietas de finalizado) durante el verano extremo sin afectar los parámetros de bienestar.

Gómez *et al.* (2011), evaluaron el comportamiento productivo de los pollos de engorda se realizaron dos experimentos con pollos Ross 308 de 1-49 días de edad. En ambos se evaluaron 6 tratamientos con 3 réplicas de 30 aves cada una, en un arreglo factorial 2 x 3; un factor dietas con y sin reducción, de 2 unidades porcentuales de proteína y el otro, tres programas de alimentación; dos fases (0-21 y 22-49 días de edad), tres fases (0-21, 22-42 y 43-49 días de edad) y cuatro fases (0-7, 8-21, 22-35 y 36-49 días de edad). En el Experimento 1 se emplearon dietas sorgo-soya y en el Experimento 2, sorgo + soya + harina de carne + gluten de maíz. Las dietas fueron adicionadas con los aminoácidos lisina, metionina y treonina en el Experimento 1, y los anteriores más triptófano y arginina en el Experimento 2. Los resultados del Experimento 1 indicaron que el crecimiento fue similar ($P > 0.05$) para dietas y fases de alimentación. La conversión resultó ser mejor en el programa de 4 fases ($P < 0.05$). Los rendimientos de la canal, pechuga y pierna con muslo; así como la proteína y grasa en la canal, no mostraron diferencias ($P > 0.05$) entre factores ni efecto de interacción. En el Experimento 2, los resultados de ganancia de peso, conversión, rendimientos de canal, pechuga y pierna con muslo y grasa total, fueron similares ($P > 0.05$) para dietas y fases de alimentación. Se concluye que los pollos alimentados bajo 2, 3 y 4 fases de alimentación tuvieron comportamientos similares. La formulación de dietas reducidas en proteína mediante el uso de aminoácidos sintéticos en cada fase, resultó ser eficiente en las variables productivas y rendimiento de la canal.

2.13 Investigaciones sobre diferentes concentraciones de nutrientes en la dieta del pollo de engorda que influyan sobre las características bioquímicas de los músculos de la canal de pollo.

Symeon *et al.* (2014), investigaron los efectos de la suplementación dietética con aceite de canela en el crecimiento, comportamiento, características de la canal y calidad de la carne de pollo de engorda. Ciento treinta y cinco pollos Cobb 700 de un día de edad fueron asignados al azar en tres grupos con tres repeticiones de quince pollos cada una. Los tratamientos dietéticos consistieron en la dieta basal

suplementado con 0,5 (C1) o 1,0 ml (C2) de aceite de canela / kg de alimento y dieta basal como control (C). Al día 49, 5 aves de cada corral (15 por tratamiento) fueron sacrificadas y se recolectaron las muestras principales de pechuga para evaluación de la calidad de carne. El suplemento de aceite de canela no afecta el peso corporal, consumo de alimento y tasa de conversión de alimentación. No encontraron diferencias significativas en los órganos internos pesos y características de la canal entre los tratamientos, aunque peso canal fría era la más ligera en el grupo C1. Al mismo tiempo, los parámetros de color, pH24, pérdida de valores corte y grasa intramusculares no fueron afectados por las dietas. El grado de oxidación lipídica en crudo del músculo pectoral mayor músculo almacenado a 4° C durante 9 días o a - 20° C hasta 6 meses también no fue influenciado por el tratamiento dietético. Los actuales resultados sugieren que el aceite de canela en las concentraciones seleccionadas no puede tener el potencial para mejorar las características de calidad de canal y carne, crecimiento y rendimiento del pollo de engorda.

Marcu *et al.* (2012), estudiaron la influencia del nivel de alimentación energía-proteína sobre las características de las canales (participación de las partes cortadas de la proporción de carne/hueso y estructura de la canal entera) y composición química de carne procedentes de diferentes regiones anatómicas en pollos de engorda de la línea "Hubbard F15", sacrificado a 42 días de edad. Los pollos fueron divididos en tres tratamientos: Grupo control (Lc) y dos grupos experimentales, que habían recibido dietas compuestas con diferentes niveles de energía y proteína (Lc-estándar; Lexp1-alto en un 10% y Lexp2 inferior en un 10%). Después del sacrificio, en cada grupo se determinaron las características de la canal, usando mediciones gravimétricas y composición química de la carne, utilizando el método de STAS. Se registraron los valores más altos en el grupo de Lexp1 para los muslos y el pecho y en el grupo de Lexp2 fueron los valores más bajos para las piezas y los valores más altos para las otras restantes partes de la canal. La relación carne/hueso ha registrado valores de 3.66/1, en el grupo Lexp2

y hasta 4,07/1, en el grupo Lexp1. Para la composición química de la carne, en la pechuga sus músculos contenían más cantidad de proteínas, y la situación se revirtió en los músculos de los muslos y contramuslos. En consecuencia, después de la evaluación de la composición química en los músculos estudiados en el grupo Lexp1 fue encontrado el mayor contenido de lípidos y más bajo contenido de proteína, en comparación con los grupos Lc y Lexp2. En el grupo Lexp1, alimentar con mayor cantidad de proteína y nivel de energía han influido positivamente en las diferentes partes cortadas en la estructura entera de la canal (pechuga y muslos), la proporción de carne, hueso y la composición química de la carne (proteínas y lípidos).

Nagata *et al.* (2011), evaluaron las características de la canal y calidad de pechuga después de la inclusión de la fitasa en dietas para pollos de engorda con diferentes niveles de energía metabolizable aparente (AMEn), corrección de nitrógeno y reducido de proteína cruda (PC) complementada con aminoácidos esenciales siguiendo el concepto de proteína ideal. Un total de 1.500 pollos de engorde Cobb de 22 a 42 días peso inicial de 833 ± 7 g. y peso final de 2741 ± 48 g. se distribuyeron en un diseño completamente al azar en un arreglo factorial $3 \times 3 + 1$ experimento (tres niveles de AMEn - 2.950; 3.100 y 3.250 kcal/kg - y tres niveles de CP - 14, 16 y 18% y un tratamiento adicional control sin fitasa con 3.100 kcal/kg EMAn, 19,2% PB y fósforo disponible 0,4%), en seis repeticiones de 25 aves cada uno. Al final del experimento, fueron sacrificadas dos aves de cada unidad experimental con el fin de medir el rendimiento de la canal y los rendimientos de las partes y determinar la composición química de la pechuga. Los niveles de AMEn y PC de dietas con fitasa influyeron ($P < 0.05$) en la canal, pechuga y rendimiento de grasa abdominal y porcentaje de humedad, proteínas y grasas en la pechuga de los pollos de engorda. Los niveles de 3.100 kcal AMEn/kg y 18% CP mostraron mayor rendimiento de canal y pechuga y menor deposición de grasa abdominal, aunque con mayor porcentaje de grasa en la carne de la pechuga. Se concluyó que la manipulación de los niveles de energía

de las dietas con reducción de proteína cruda suplementada con aminoácidos y fitasa influyó en los rendimientos de las piezas de la canal y calidad de la carne de la pechuga de los pollos en 42 días.

Marcu *et al.* (2013), estudiaron el efecto de los niveles de energía y proteína en la dieta sobre las características de la pechuga de pollos, que fueron sacrificados a 42 días de edad. El material genético fue representado por pollos Ross-308, con tres grupos (LC-grupo control, grupos experimentales L1 y L2). Durante los períodos de crecimiento (inicio, crecimiento y finalizado) recibieron dietas compuestas ad libitum, con diferentes niveles de energías y proteína (LC-conforme a las recomendaciones de Aviagen Company; L1-superior con 10%; L2-inferior con 10%). Después del sacrificio, de cada grupo fueron muestreadas las pechugas de 10 canales (cinco cada sexo) y se determinaron: carne, masa muscular: cociente de huesos, composición química de la carne, valor de pH (después del sacrificio hasta 24 horas de refrigeración) en el músculo pectoral superficial. De estas características, se obtuvieron los valores más altos en el grupo de L1 y los valores más bajos en el grupo de L2. En el grupo de L1, ha influido significativamente altos niveles de energía y proteínas en la dieta: sobre la carne, masa muscular: huesos, composición química de la carne (humedad, proteínas y lípidos), valor de pH en el músculo pectoral superficial, en comparación con LC y L2.

Santiago *et al.* (2011), en la presente investigación se realizaron dos experimentos con pollos Ross 308 de 1-49 días de edad; un factor dietas con y sin reducción, de 2 unidades porcentuales de proteína y el otro, tres programas de alimentación; dos fases (0-21 y 22-49 días de edad), tres fases (0-21, 22-42 y 43-49 días de edad) y cuatro fases (0-7, 8-21, 22-35 y 36-49 días de edad). En el Experimento 1 se emplearon dietas sorgo-soya y en el Experimento 2, sorgo + soya + harina de carne + gluten de maíz. Las dietas fueron adicionadas con los aminoácidos lisina, metionina y treonina en el Experimento 1, y los anteriores más triptófano y arginina en el Experimento 2. Los resultados del Experimento 1

indicaron que el crecimiento fue similar ($P > 0.05$) para dietas y fases de alimentación. La conversión resultó ser mejor en el programa de 4 fases ($P < 0.05$). Los rendimientos de la canal, pechuga y pierna con muslo; así como la proteína y grasa en la canal, no mostraron diferencias ($P > 0.05$) entre factores ni efecto de interacción. En el Experimento 2, los resultados de ganancia de peso, conversión, rendimientos de canal, pechuga y pierna con muslo y grasa total, fueron similares ($P > 0.05$) para dietas y fases de alimentación. Se concluye que los pollos alimentados bajo 2, 3 y 4 fases de alimentación tuvieron comportamientos similares. La formulación de dietas reducidas en proteína mediante el uso de aminoácidos sintéticos en cada fase, resultó ser eficiente en las variables productivas y rendimiento de la canal.

3. Justificación

La producción avícola constituye una fuente de proteína de alta calidad y de precios accesibles a la mayoría de la población. Los pollos de engorda transforman eficientemente productos de origen vegetal y animal que no son consumidos directamente por el hombre, en productos de alto valor proteico como la carne que se destina para el consumo humano. Mencionando que al terminar el 2014 en México la avicultura participo en la producción pecuaria con un 63%, siendo un 34.1% aportado por la producción de pollo de engorda (UNA 2015). Para poder llegar a esta producción se requiere alimentar adecuadamente a este tipo de ave entre otros factores, las dietas del pollo de engorda en México se basan en sorgo y soya principalmente, ingredientes que tienen un costo elevado, estos precios han estimulado a buscar alternativas para reducir los costos en la alimentación ya que pueden representar más de un 75% del total de la inversión en una engorda de pollos, aunado el continuo progreso que presenta el pollo de engorda, que es producto en gran parte al desarrollo genético, que continuamente está generando aves con mejor desempeño, obviamente la nutrición se encuentra involucrada y está directamente relacionada a este desarrollo, es por ello que de manera continua deben llevarse a cabo investigaciones sobre los nuevos requerimientos nutricionales del pollo de engorda y que estos no produzcan cambios negativos si no que mejoren los parámetros productivos, las propiedades bioquímicas (proteína y grasa) de la carne de sus principales piezas (pechuga y muslos), así como el rendimiento de estas. El nutricionista precisa disponer de información actualizada y no basarse de tablas nutricionales desactualizadas para este tipo de ave, las cuales son consultadas para poder balancear una ración, aunando a esto lo reportado en investigaciones científicas, que al utilizar diferentes densidades de energía y proteína en la dieta del pollo de engorda no han dado ningún resultado concluyente. Por lo que en la presente investigación se da un aporte científico al evaluar los parámetros productivos, rendimiento en canal y cortes principales, así como la composición bioquímica de pechuga y muslo de pollo de engorda alimentados con diferentes niveles de energía en las

dietas a los utilizados convencionalmente o los indicados en la tablas nutricionales que existen, en 42 días de ensayo de alimentación.

4. Hipótesis

La alimentación de pollos de engorda machos con dietas con diferentes concentraciones de energía y proteína, permiten comportamientos productivos, desarrollo de los músculos pectorales (pechuga), iliotibiales (muslo) y características de la canal, así como composición bioquímica de músculo pectorales torácico (parte de pechuga), iliotibial craneal y lateral (parte de muslo), similares o mejores a los observados en pollos alimentados con dietas basadas en los niveles de nutrientes utilizados comúnmente por la industria avícola, en cada uno de los períodos de alimentación, hasta completar su ciclo de 42 días.

5. Objetivo

5.1 Objetivo General.

Evaluar a pollos de engorda machos alimentados con diferentes concentraciones de energía y proteína en la dieta, utilizadas a las convencionales en cada una de las fases de alimentación, sobre sus parámetros productivos y las características (rendimientos) de la canal así como sus diferentes partes (pechuga, muslo, contra muslo, alas, carcasa) y composición bioquímica de los músculos de estas aves.

5.2 Objetivos Específicos.

Evaluar cada 7 días, el consumo de alimento, la ganancia de peso, conversión alimenticia y mortalidad. Al final del experimento se obtendrá el porcentaje de rendimiento de canal y pechuga así como del resto de la canal en los pollos de engorda.

Determinar por medio de análisis bromatológicos, el nivel de la materia seca total, humedad total, proteína, grasa y ceniza en los músculos pectoral torácico (Parte de pechuga) e iliotibial lateral y craneal (parte de muslo) de pollas de engorda.

6. Material y Métodos

En la presente investigación se evaluó la respuesta biológica de 400 pollos de engorda machos alimentados con diferentes niveles de energía metabolizable (EM) o proteína en sus dietas, para lo cual se realizaron dos experimentos de 200 aves cada uno, es decir para dietas con diferentes niveles de energía se utilizaron 200 pollos, de igual manera para dietas con diferentes concentraciones de proteínas se ocuparon 200 aves, durante todo el ciclo productivo de 42 días. En ambos experimentos se llevó a cabo lo siguiente:

6.1 Área de estudio

El Estado de Tamaulipas se localiza en la zona noreste de la República Mexicana comprende 43 municipios que se dividen en tres zonas: centro, norte y sur. Cd. Victoria se ubica en el centro oeste del estado en los límites de la llanura costera y de la sierra madre oriental con una latitud de 20° 94 06" y una longitud de 99° 07 51" y 321 metros de altitud sobre el nivel del mar. La temperatura media anual de esta zona es de entre 22°C y 25°C., la temperatura media de marzo a octubre es de entre 21°C a 30°C. La precipitación pluvial media oscila entre 600 y 800 mm.

6.2 Instalaciones y equipo

El proyecto se llevó a cabo en las instalaciones de la posta zootécnica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Tamaulipas ubicada en Cd. Victoria Tamaulipas, durante los meses de Agosto a Septiembre (14/08/2014 a 25/09/2014 primer experimento) y Julio a Agosto (09/07/15 a 20/08/15 segundo experimento), donde se presentó una temperatura media entre 23.2° C a 33.6° C. La cual posee una caseta avícola experimental de ambiente natural de 12 x 12mts., con piso de cemento, techo de dos aguas de lámina, con 20 jaulas de 1 x 2m; las cuales se encuentran equipadas con comederos de iniciación tipo charola de plástico y finalización de tolva de lámina de capacidad de 12 Kg. manuales, así como de bebedero de campana automáticos tipo inicio-finalización y 10 criadoras catalíticas como fuentes de calor.

6.3 Material biológico

Se utilizaron para cada experimentos 200 pollos de engorda (machos) de la línea comercial Ross, desde 0 hasta 42 días de edad, provenientes de un solo lote de reproductoras y nacidos en la misma maquina incubadora, los cuales se pesaron a la llegada y se distribuyeron al azar en 4 tratamientos con 5 repeticiones de 10 pollos cada uno, con una densidad de población de 10 aves/m².

6.4 Variables

Las variables a medir fueron: primero parámetros productivos: consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia, porcentaje de mortalidad, segundo rendimiento de canal y de músculos pectorales (pechuga) e iliotibiales (muslo) así como el resto de la canal (contramuslo, alas, carcasa y grasa) y tercero se analizaron las características bioquímicas de musculo pectoral torácico (parte de pechuga), iliotibial craneal y lateral (parte de muslo). Los parámetros productivos se midieron cada 7 días, la mortalidad se registro diaria, en cuanto al porcentaje de rendimiento de canal y músculos pectorales (pechuga) e iliotibiales (muslo), resto y características de la canal, así como las características bioquímicas de musculo pectoral torácico (parte de pechuga), iliotibial craneal y lateral (parte de muslo). Fueron evaluados al final del experimento, tomando una muestra representativa de cada tratamiento (se sacrificaron dos aves de cada repetición por tratamiento). La fuente de variación fue la concentración de energía en la dieta para el primer experimento y para el segundo experimento fue la concentración de proteína en la dieta.

6.5 Manejo de las aves

A las aves se les proporciono tanto alimento como agua a libre acceso durante todo el periodo del experimento, se utilizaron dos etapas de alimentación, inicio de 1 a 21 días y finalización de 22 a 42 días de edad, las aves fueron vacunadas contra la enfermedad de Newcastle vía ocular (cepa la sota) y viruela aviar vía punción en el ala, recibieron un manejo similar al de la engorda convencional de la región. Las dietas se formularon de acuerdo con las tablas de las NRC (1994) para

pollos de engorda, respectivamente para las etapas de inicio y finalizado. Fueron elaboradas con base en pasta de soya y sorgo en presentación de harina. El programa de iluminación fue de 24 horas/día durante todo el ciclo productivo.

Para el primer experimento se consideró como factor: la densidad energética; teniendo 4 tratamientos (T) experimentales, de la siguiente forma: T1 dieta con 2960 Kcal de Energía Metabolizable (EM) en etapa de inicio (EI) , 3040 Kcal EM en etapa de finalización (EF); T2 dieta con 3000 Kcal EM en EI, 3080 Kcal EM en EF; T3 dieta con 3040 Kcal EM en EI, 3120 Kcal EM en EF; T4 dieta con 3080 Kcal EM en EI, 3160 Kcal EM EF (Cuadro 1 y 2).

Cuadro No.1 Dieta experimental de Inicio

Ingrediente	T1	T2	T3	T4
Sorgo	60.9	59.89	58.88	57.84
Soya	33.3	33.5	33.7	33.93
Aceite	1.8	2.61	3.42	4.23
Base	4	4	4	4
TOTAL	100	100	100	100
PC, %	21.4	21.42	21.42	21.42
EM, kcal	2960	3000	3040	3080

Pre-mezcla para pollos en iniciación. Contiene: orto fosfato mono cálcico, carbonato de calcio, sal común, promotor de crecimiento (BMD y 3-nitro), monensina sódica, aceite mineral, etoxiquina, vitamina A- acetato, vitamina D3, vitamina E- acetato, vitamina K3, riboflavina (B2), vitamina B12, niacina, D- pantotenato de calcio, cloruro de colina, BHT. Calculada para contener: Ca, 21.40%; P total, 8.10%; Na, 3.40%; clorhidrato de L-lisina 0.80%; DL metionina, 4.15%

Cuadro No. 2 Dieta experimental de Finalizado

Ingrediente	T1	T2	T3	T4
Sorgo	67.6	66.62	65.6	64.57
Soya	26	26.17	26.38	26.59
Aceite	2.08	2.88	3.69	4.51
Base	4	4	4	4
Pigmento	0.33	0.33	0.33	0.33
TOTAL	100	100	100	100
PC, %	18.7	18.7	18.7	18.7
EM, kcal	3040	3080	3120	3160

Pre-mezcla para pollos en finalización. Contiene: orto fosfato mono cálcico, carbonato de calcio, sal común, promotor de crecimiento (BMD y 3-nitro), monensina sódica, aceite mineral, etoxiquina, vitamina A- acetato, vitamina D3, vitamina E- acetato, vitamina K3, riboflavina (B2), vitamina B12, niacina, D- pantotenato de calcio, cloruro de colina, BHT. Pre mezcla calculada para contener: Ca, 19.80%; P total, 3.70%; Na, 3.70%; clorhidrato de L-lisina 4.33%; DL metionina, 5.15%

Para el segundo experimento se consideró como factor: la concentración de proteína; teniendo 4 tratamientos (T) experimentales, de la siguiente forma: T1 dieta con 21.0% PC en EI, 18.10% PC en EF; T2 dieta con 21.40% PC en EI, 18.50% PC en EF; T3 dieta con 21.80% PC en EI, 18.90% PC en EF; T4 dieta con 22.20% PC en EI, 19.30% PC en EF (Cuadro 3 y 4).

Cuadro No.3 Dieta experimental de Inicio

Ingrediente	T1	T2	T3	T4
Sorgo	61.35	59.86	58.58	57.19
Soya	32.29	33.45	34.6	35.75
Aceite	2.36	2.59	2.82	3.06
Base	4	4	4	4
TOTAL	100	100	100	100
PC, %	21.0	21.40	21.80	22.20
EM, kcal	2999.7	2999.5	2999.3	2999.8

Pre-mezcla para pollos en iniciación. Contiene: orto fosfato mono cálcico, carbonato de calcio, sal común, promotor de crecimiento (BMD y 3-nitro), monensina sódica, aceite mineral, etoxiquina, vitamina A- acetato, vitamina D3, vitamina E- acetato, vitamina K3, riboflavina (B2), vitamina B12, niacina, D- pantotenato de calcio, cloruro de colina, BHT. Calculada para contener: Ca, 21.40%; P total, 8.10%; Na, 3.40%; clorhidrato de L-lisina 0.80%; DL metionina, 4.15%

Cuadro No. 4 Dieta experimental de Finalizado

Ingrediente	T1	T2	T3	T4
Sorgo	68.53	67.12	65.76	64.37
Soya	24.5	25.67	26.8	27.96
Aceite	2.64	2.88	3.11	3.34
Base	4	4	4	4
Pigmento	0.33	0.33	0.33	0.33
TOTAL	100	100	100	100
PC, %	18.10	18.50	18.90	19.30
EM, kcal	3085	3085	3085	3085

Pre-mezcla para pollos en finalización. Contiene: orto fosfato mono cálcico, carbonato de calcio, sal común, promotor de crecimiento (BMD y 3-nitro), monensina sódica, aceite mineral, etoxiquina, vitamina A- acetato, vitamina D3, vitamina E- acetato, vitamina K3, riboflavina (B2), vitamina B12, niacina, D- pantotenato de calcio, cloruro de colina, BHT. Pre mezcla calculada para contener: Ca, 19.80%; P total, 3.70%; Na, 3.70%; clorhidrato de L-lisina 4.33%; DL metionina, 5.15%

6.6 Toma, procesamiento y evaluación de muestras

Las aves utilizadas en los dos experimentos fueron sacrificadas con base en la NOM 033- ZOO-1995, dos aves de cada tratamiento por repetición, al terminar la etapa de finalización (40 aves en total), esto fue con la finalidad de obtener los rendimientos de la canal, músculos pectorales (pechuga) e iliotibiales (muslo), así como las restantes partes de la canal, las piezas de músculos pectoral torácico, iliotibial craneal y lateral fueron fileteadas para obtener muestras de cada una, envasadas en bolsas de plástico e identificadas según correspondió, se cortaron las muestras para obtener tamaño de filetes aproximadamente de 5 cm de ancho, 8 cm. de largo y 2 cm. de espesor, las cuales fueron congeladas a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. posterior a la recolección y congelación se realizó un análisis bromatológico utilizando el método oficial AOAC (Humedad, cenizas, grasa y proteínas) a cada una de las muestras. Para realizar las pruebas, las muestras se descongelaron a temperatura de $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ y posteriormente a temperatura ambiente.

6.7 Análisis de datos y modelo estadístico

En el experimento, las variables de estudio: ganancia promedio de peso vivo, consumo promedio diario de alimento, conversión alimenticia se les practico un análisis de varianza en un diseño completamente al azar y la prueba de diferencia mínima significativa. En todos los casos se consideró un nivel de significancia de $P \leq 0.05$. Para las características de la canal y el análisis bioquímico de músculos pectoral torácico (parte de pechuga), iliotibial craneal y lateral (parte de muslo) se realizó un submuestreo donde se utilizaron 2 aves por jaula o repetición al azar, ocupando 10 aves por tratamiento.

7. Resultados, Discusión y Conclusiones del Experimento No. 1

7.1 Resultados de Parámetros productivos: Ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.

Los resultados del comportamiento productivo de los pollos de engorda (machos) del presente estudio se muestran en el cuadro No. 5.

Durante la fase de inicio del ciclo productivo del pollo de engorda no se presentó ningún efecto de la concentración de energía sobre la variable ganancia de peso (GP) ($p > 0.05$), entre los diferentes tratamientos (T). Con respecto a las restantes variables consumo de alimento y conversión alimenticia los pollos alimentados con el T3 consumieron menos alimento y su conversión alimenticia fue menor ($p < 0.05$), comparando con T1, T2 (Dieta estándar) en tanto el T4 registro pesos intermedios de estas variables (Cuadro No. 5).

De la misma forma que se presentó en la fase de inicio, ocurrió durante la etapa de finalización del ciclo productivo del pollo de engorda no se presentó ninguna diferencia significativa ($P > 0.05$) del efecto de la concentración de energía sobre la variable ganancia de peso, entre los diferentes tratamientos. Con respecto a las restantes variables consumo de alimento y conversión alimenticia los pollos alimentados con el T3 fueron más eficientes ya que su consumo de alimento fue menor y su conversión alimenticia fue mejor ($P < 0.05$), comparándolo con el T2, para el caso del T1 y T4 presentaron valores intermedios y fueron similares entre ambos para la variable consumo de alimento, siendo la conversión alimenticia solo intermedia para el T4 (Cuadro No. 5).

Durante el total de la prueba se observó que el efecto de la concentración de energía sobre la variable ganancia de peso no presentó diferencia significativa ($p > 0.05$) entre los diferentes tratamientos, no ocurriendo así para las variables consumo de alimento y principalmente para la conversión alimenticia del T3, las cuales presentaron una diferencia significativa ($p < 0.05$) con respecto a los demás tratamientos (T1, T2 y T4) tanto para la fase de inicio como finalización. Es decir se obtuvo la misma ganancia de peso en el T3 con menor

consumo de alimento (mejor conversión alimenticia) que en la dieta estándar (T2) y los restantes tratamientos, durante el ciclo productivo de 42 días (Cuadro No. 5).

Cuadro No. 5. Efecto de concentración de energía sobre las características productivas del pollo de engorda (promedio acumulado por pollo).

Variables y Fase de Alimentación	T1	T2	T3	T4	EEM
Inicio (1 a 21 d)					
GP	750a	764a	766a	740a	18.74
Consumo	1207a	1224a	1080b	1124ab	36.10
Conversión	1.61a	1.61a	1.41b	1.52ab	0.05
Finalizado (22 a 42 d)					
GP	1723a	1757a	1844a	1719a	46.94
Consumo	3556ab	3634a	3417b	3432ab	68.85
Conversión	2.07a	2.08a	1.85b	2.00ab	0.05
Total de prueba (1-42 d)					
GP	2473a	2520a	2609a	2459a	57.35
Consumo	4763ab	4858a	4497c	4556bc	76.10
Conversión	1.93a	1.93a	1.73b	1.86a	0.04

Letras diferentes en fila indican diferencias significativa $p < 0.05$

7.2 Discusión de Parámetros productivos: Ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.

Las fuentes de energía constituyen el principal componente de las dietas de las aves, seguidas por las fuentes de proteínas vegetales y de las fuentes de proteínas animales. La principal fuente de energía en una dieta para aves, son los carbohidratos presentes en los granos, no olvidando que en el caso del pollo de engorda los requerimientos de energía son elevados, por lo que se tiene que incluir ingredientes en la ración como grasas, aceites vegetales, etc., para cubrir las necesidades de energía metabolizable (EM) que permita expresar su potencial genético (NRC 1994).

En la presente investigación se observó que no existió efecto de la concentración de energía en los diferentes tratamientos utilizados con respecto a

la ganancia de peso, no ocurriendo así para las variables consumo de alimento y principalmente para la conversión alimenticia del T3 en el cual se obtuvieron buenos resultados no sucediendo así para los restantes tratamientos (T1, T2 y T4) esto fue tanto para la fase de inicio como finalización. Es decir se obtuvo la misma ganancia de peso en el T3 con menor consumo de alimento que en los demás tratamientos, durante el ciclo productivo de 42 días. Kim *et al.* (2012) también encontraron datos similares al investigar los efectos de diferentes niveles de energía metabolizable (EM) en la dieta, para evaluar desempeño productivo y las características de la canal en dos líneas diferentes de pollo de engorda. Mencionando que, la ganancia de peso de pollos alimentados con menor EM en dietas (3.050 o 2.950 kcal/kg) fueron superiores a los grupos de mayor EM. El nivel de energía en la dieta mostró efectos significativos en el consumo de alimento y conversión alimenticia de 1 a 38 días de edad ($P < 0.05$). Con el incremento de energía en la dieta, el consumo de alimento tendió a reducirse, mientras que la conversión alimenticia mejoró en las dos estirpes de pollos. La conversión alimenticia menor se observó en 3.250 kcal/kg de dieta en grupos tanto de las dos líneas de 1 a 38 días de edad. De acuerdo con Jafarnejad y Majid (2011), quienes evaluaron y compararon los diferentes niveles de energía, proteína y grasa en la dieta sobre el desempeño de pollos de engorde al final de la tercera semana, observándose en la primera semana, significativos efectos independientes de los niveles de proteína en la dieta en el peso corporal y los niveles de energía en la conversión alimenticia y manifestándose de forma similar al no presentarse ninguna diferencia significativa entre la energía y peso corporal en las semanas. Se observó la diferencia significativa entre la proteína y el peso corporal en la 1ª y 2ª semanas ($P < 0.001$) y en la 3ª semana ($P < 0.05$). No se presentó ninguna diferencia significativa entre el uso de grasa dieta ilimitada y limitada en peso corporal y conversión alimenticia durante la primer semana, las dietas de alimentación no mostraron ninguna diferencia significativa en la conversión de alimentación, pero en pollos de 7-21 días, las dietas con alto nivel de energía de alimentación significativamente disminuyo la conversión alimenticia especialmente en la segunda y tercera semana ($P < 0.001$) pero no había ninguna

diferencia significativa en la conversión alimenticia con niveles más altos y más bajos de la proteína. Tanchaorenrat y Ravindran (2014), examinaron la influencia de sebo y las concentraciones de Calcio en la retención de Nitrógeno (N), fósforo (P), Calcio (Ca) y Energía Metabolizable Aparente (AME) en dietas para pollos de engorda alimentados con maíz-soya, para determinar digestibilidad ileal aparente y el rendimiento, indicando que los presentes datos mostraron que la retención total del tracto y digestibilidad ileal de grasa fueron mayores con la suplementación de 40 g/kg de sebo en comparación con los de 0 y 80 g/kg de sebo. Altas concentraciones de Ca dietéticas afectaron negativamente el rendimiento y la utilización de energía, N, Ca y P en la fase de inicio de pollos de engorde. En tanto Aftab y Usama (2009), estudiaron el efecto de energía metabolizable (ME) y proteína balanceada (BP) en el rendimiento de 1 a 35 días de edad en pollos macho y hembra Hubbard, utilizando dietas con 3 niveles de energía metabolizable (2650, 2750 o 2850 kcal / kg de dieta) y 4 niveles de proteína balanceada (expresado como 8.4, 9.0, 9.6 o de lisina Digestible Ileal estandarizada 10,2 g / kg). Mostrando que el efecto de la energía metabolizable fue significativo ($p < 0.05$) para el consumo de alimento, peso corporal y conversión alimenticia en todas las edades. La energía metabolizable de 2850 kcal resultó a los 35 días ser significativo ($p < 0.05$) en consumo de alimento y conversión alimenticia siendo bajos en comparación con aquellos alimentados con niveles más bajos de ME; mientras al día 35 el peso corporal fue significativamente ($p < 0.05$) alto en dietas con 2850 kcal en comparación con 2650 kcal ME. Huang Jin *et al.* (2007), reportan que al utilizar la lecitina de soja y aceite de soja en una proporción de 75/25 respectivamente, como parte de nutrientes en la dieta del pollo de engorda, tuvieron el rendimiento más alto de crecimiento y que la lecitina de soja tiene la capacidad para reducir el colesterol. Otros autores como Alabi *et al.* (2013), mencionan que al realizar dos experimentos con diferentes niveles de energía para tener una productividad y características de la canal óptima de pollos criados en confinamiento. Concluye mencionando que el nivel de energía en la dieta para mejorar los parámetros productivos depende del mismo parámetro en cuestión. De la misma forma Ullah,

et al. (2012), al examinar los efectos de diferentes dietas de pre iniciador en la producción, órganos digestivos y las características de la canal de pollos de engorde. Durante los primeros diez días las aves se alimentaron con cinco dietas las cuales contenían diferentes niveles de energía metabolizable (2750 a 2850 kcal/kg) y diferentes niveles de lisina (1,3 a 1,5%) pero con el mismo nivel de proteína cruda (21%). Observando que la dieta de pre iniciación con energía metabolizable de 2850 kcal/kg y el 1,4% de lisina total dio lugar a un rendimiento óptimo. Rendimiento de la canal, pesos de órganos viscerales y los parámetros de la morfometría de tracto digestivo no mostraron ninguna diferencia significativa. Se puede inferir que la dieta de pre inicio formulada según el requisito de nutrientes del ave podría provocar crecimiento. No obstante, desarrollos de tracto gastrointestinal y las características de la canal son independientes de manipulación nutricional en las dietas de pre inicio.

Houshmand *et al.* (2011), al realizar un experimento para determinar los efectos de diferentes aditivos en dietas para rendimiento, retención de nutrientes, pH intestinal y morfología intestinal de pollos de engorde alimentados con diferentes niveles de energía, observaron que aditivos no tuvieron efectos significativos sobre los parámetros de los pollos, altura de vellosidades intestinales, profundidad cripta, pH intestinal y energía metabolizable aparente. Mencionan que aves alimentadas con dietas bajas en consumo de energía eran más pesadas pero tenía una conversión alimenticia inferior en comparación con los alimentados con las dietas recomendadas en energía. Otros autores como Gitoee *et al.* (2014), mencionan que al estudiar los efectos de un complejo enzimático (1502 Avizyme; combinación de xilanasas, α -amilasa y proteasa) en tres niveles (0, 250, 500 mg/kg) para determinar el rendimiento y características de la canal de pollos alimentados con dietas con diferentes niveles de energía metabolizable, observaron que al añadir enzimas en dietas basadas en maíz-soya permite la reducción en el nivel de energía de las dietas de engorde sin ningún efecto negativo sobre el desempeño de pollos. Por su parte, Tooci *et al.* (2009),

mencionan que al evaluar el efecto de la dilución dietética de energía y nutrientes durante diferentes periodos de crecimiento sobre la producción de pollos de engorde Ross, determina que los parámetros productivos de pollitos recibiendo dietas concentradas durante todas las etapas de crecimiento eran iguales que las aves que reciben dietas diluidas durante el período de finalización. Sugiriendo que se pueden utilizar dietas diluidas en período de finalización de pollos de engorde Ross.

Zhai *et al.* (2014), evaluaron efectos de densidad de aminoácidos (AA) y energía metabolizable aparente (AME) en la producción de carne y crecimiento de pollos de engorda Cobb 700 y pollos de engorde Cobb 500 determinando que los parámetros del pollo de engorda y rendimiento de la canal fueron afectados por la dieta en ambas líneas. Más específicamente, una dieta AME más alta y baja densidad AA aumentaron el rendimiento de todas las piezas cortadas, con excepción de las piernas, en pollos Cobb 700. Itza *et al.* (2008), indican que al incluir ácidos grasos insaturados mejoró la conversión alimenticia en los primeros 21 días de edad de los pollos de engorda ($P > 0.05$); posteriormente, durante el crecimiento y finalización no existió diferencia entre las fuentes concentradas de energía. Mencionando que en la etapa de iniciación, la concentración energética y vacunación, existe un efecto sobre la productividad y protección inmunitaria de los pollos. Gómez *et al.* (2012), realizaron dos experimentos de sacrificio para evaluar el crecimiento, contenido y deposición de tejidos y retención de proteína y energía en la carne de la canal en pollos en crecimiento alimentados con pasta de canola (PCAN) en sustitución de pasta de soya (PSOY). En el Exp 2, 72 pollos fueron asignados, por sexo, a dos dietas (PSOY o PCAN como único ingrediente proteico) combinadas con tres niveles de energía (3.0, 3.1 y 3.2 Mcal de EM/kg de alimento). El consumo de alimento, proteína y energía y la deposición de grasa fueron mayores ($P < 0.05$) con PSOY, pero la ganancia de peso, eficiencia alimenticia y retención de proteína y energía en la canal fueron similares entre dietas. Los resultados indican que es factible sustituir parcial o totalmente la pasta de soya por pasta de canola en la dieta de pollos de engorda en crecimiento.

Ferreira *et al.* (2015), al examinar la influencia de cambios en el nivel de energía metabolizable en la dieta de pollos de engorde hembras y machos Cobb 500. Observaron que la reducción de la energía metabolizable de la dieta cerca de 3,000kcal/kilogramo no afecta el peso vivo, pero por debajo de este valor, el peso vivo disminuye. El consumo de alimento fue menor cuando el nivel de energía de la dieta fue mayor. Para la conversión alimenticia fue favorecida en proporción directa al aumento del nivel de energía de la dieta.

7.3 Conclusión de parámetros productivos: ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.

Con los resultados obtenidos en el presente estudio se concluye que el efecto de la concentración de energía sobre la variable ganancia de peso no presentó diferencia significativa entre los diferentes tratamientos, no ocurriendo de la misma manera para las variables consumo de alimento y conversión alimenticia del T3, donde se logró exponer el mayor potencial genético de los pollos al utilizar 3040 y 3120/Kcal EM durante la fase alimenticia de inicio y finalizado respectivamente, presentando una diferencia significativa con respecto a los demás tratamientos en ambas fases de alimentación. Es decir se obtuvo la misma ganancia de peso en el T3 con menor consumo de alimento, mejor conversión, que en la dieta estándar y los restantes tratamientos, durante el ciclo productivo de 42 días. Por lo que se recomienda utilizar estas concentraciones de energía metabolizable anteriormente mencionadas.

7.4 Resultados de Características de la canal

Los resultados de las características de la canal de los pollos de engorda (machos) del presente estudio se muestran en el cuadro No. 6.

No se presentó diferencia significativa ($P > 0.05$), en los pollos alimentados con concentraciones diferentes de energía en la dieta, entre los

cuatro tratamientos utilizados en el presente experimento en cuanto al peso vivo y peso de la canal caliente. En lo que respecta a las características de la canal (peso de pechuga, pierna y muslo, alas, carcasa y peso de grasa) de los pollos alimentados con diferentes concentraciones de energía en la dieta, no se presentó ningún efecto de esta concentración en los diferentes tratamientos sobre la variable de peso en cada una de las partes de la canal ($P > 0.05$). No ocurriendo de la misma forma para el T1 en relación el peso de la carcasa ya que este presentó una diferencia significativa ($P < 0.05$), siendo este parte de la canal la que obtuvo menos peso con respecto a sus similares de los demás tratamientos (T2, T3 y T4). En el caso de rendimiento en canal no hubo diferencia significativa ($P > 0.05$), siendo similar entre los diferentes tratamientos (Cuadro No. 6).

Cuadro No. 6. Resultados de las características de la canal de los pollos de engorda.

Pesos y Rendimiento de la canal	T1	T2	T3	T4	EEM
Peso vivo	2781a	2812a	2879a	2852a	72.95
Peso canal caliente	1956a	2012a	2068a	2046a	58.66
Peso pechuga	724a	745a	762a	744a	26.72
Peso de pierna y muslo	604a	608a	628a	627a	16.14
Peso alas	221a	218a	221a	225a	6.18
Peso carcasa	355 b	382 ab	396 a	412 a	12.62
Peso de grasa	28.50a	29.50a	34.00a	31.30a	2.97
Rendimiento en canal	70.32a	71.57a	71.75a	71.76a	0.63

Letras diferentes en fila indican diferencias significativa $p < 0.05$

7.5 Discusión de Características de la canal

Al evaluar las diferentes características de la canal del pollo de engorda, se observó que al emplear dietas con diferentes concentraciones de energía en estas aves no mostraron ninguna efecto entre los diferentes tratamientos utilizados. No ocurriendo de esta manera para el T1 en relación al peso de la carcasa, siendo esta parte de la canal la que presento menos peso con respecto a las demás carcasas de los tratamientos restantes. De la misma forma Nunes, *et*

al. (2012), indican que al evaluar la suplementación de cisteamina (CS) en dietas de pollo de engorda hembras con diferentes niveles de densidad de energía. No se presentó ninguna interacción entre la suplementación con CS y diferentes niveles de AME en la dieta sobre el desempeño o característica de la canal evaluados. Pollos alimentados con la dieta suplementada con CS presentaron mejor conversión alimenticia a lo largo del ciclo de crecimiento, pero el consumo de alimento y aumento de peso no fueron afectados por los suplementos de la CS. La dieta más alta de densidad de energía produjo mayor ganancia de peso en la fase de inicio, crecimiento y mejor conversión alimenticia de las aves durante el período entero de crecimiento. Kim *et al.* (2012), también encontraron datos similares al investigar los efectos de diferentes niveles de energía metabolizable (EM) en la dieta, para evaluar desempeño productivo y las características de la canal en dos líneas diferentes de pollo de engorda. Mencionando que el aumento de energía alimentaria hasta 3.250 kcal/kg no tuvo efecto sobre el peso relativo de pechuga y grasa abdominal. Wang, *et al.* (2014). Al estudiar los efectos de la fuente de proteína y aminoácidos (AA) y los niveles de energía metabolizable aparente (AME) en las dietas de pollos de engorde machos de 8 a 21 días de edad (dietas experimentales) y dietas comunes de 1 a 7 y 21 a 55 días de edad. Mencionando que el aumento de consumo de alimento, ganancia de peso y la conversión alimenticia de 21 a 54 días de edad, y peso de la canal en 42 y 55 días de edad no fueron afectadas por los tratamientos de 8 a 21 días de edad. Sin embargo, mencionan que manipulación de la dieta temprana de 8 a 21 días de edad afectó el rendimiento de grasa y carne en 42 y 55 días de edad. Mientras que, Marcu *et al.* (2012), al estudiar la influencia del nivel de alimentación energía-proteína sobre las características de las canales (participación de las partes cortadas de la proporción de carne/hueso y estructura de la canal entera) y la composición química de la carne de pollos de engorda. Observaron que la composición química de la carne, en la pechuga sus músculos contenían más cantidad de proteínas y la situación se revirtió en los músculos de los muslos y contramuslos. En consecuencia, después de la evaluación de la composición química en los músculos estudiados en el grupo Lexp1 fue encontrado el mayor

contenido de lípidos y más bajo contenido de proteína, en comparación con los grupos Lc y Lexp2. En el grupo Lexp1, alimentar con mayor cantidad de proteína y nivel de energía han influido positivamente en las diferentes partes cortadas en la estructura entera de la canal (pechuga y muslos), la proporción de carne, hueso y la composición química de la carne (proteínas y lípidos).

Otros autores (Gopi *et al.*, 2014), al analizar el efecto de la suplementación dietética de la coenzima Q10 con diferentes niveles de energía metabolizable en la dieta de pollos de engorda de la línea Cobb 400. Determinaron que el consumo de alimento fue comparable en todos los niveles de energía y combinaciones de CoQ10, pero mayor ganancia de peso corporal y mejor conversión alimenticia con menos costo por kilogramo de peso, se observó en el grupo con energía alta suplementado con 20 mg de CoQ10/kg dieta. El peso de hígado, bazo, grasa abdominal y longitud intestinal no fueron significativamente alterados por la suplementación CoQ10. El peso del corazón, molleja así como la ascitis disminuyeron significativamente debido a la suplementación CoQ10. De forma contraria a la investigación realizada, Marcu *et al.* (2012), evaluaron el efecto de diferentes niveles de energía y proteína en el desempeño productivo (ganancia diaria, conversión alimenticia), sacrificio y rendimiento de las piezas cortadas de toda las canales de pollos de engorda "Hybro PN, sacrificado a los 42 días de edad. Obteniendo en el sacrificio, resultados de valores en rendimiento de la canal caliente de 77,22% (Lc) a 78.21% (Lexp), en pollos hembras y de 78.55% (Lc) hasta 79,12% (Lexp), en pollos machos. Después de la refrigeración, los valores para esta característica fueron disminuidos por 1.80 hasta 1,89%. En lo que respecta a la participación de las partes de la canal se registraron los valores más altos en grupo Lexp en pechuga y muslos del pollo, en comparación con el grupo de Lc. En el grupo Lexp, altos niveles de proteína y energía en la dieta ha influido significativamente: en ganancia diaria, conversión alimenticia, rendimiento de sacrificio y características de las partes de la canal (pechuga y muslo).

Milosevic *et al.* (2013), investigaron el efecto del programa de iluminación y niveles de energía en la dieta sobre las características de la canal de pollos de engorde. Utilizando como uno de los factores el nivel de energía donde las dietas son en el grupo "A" eran canales de pollos alimentados con dietas estándar de proteína y energía, en el grupo "B" fueron las canales de pollos alimentados con dietas con alto contenido energético a 0.40 ME MJ / kg en comparación de las dietas estándar. Las pruebas demostraron que un programa de iluminación y nivel de energía como factores no tienen ningún efecto significativo sobre el rendimiento de la canal de pollos, pero diferencias significativas ($P < 0.05$) surgió como la interacción Axb y Bxa combinaciones de los parámetros. La cantidad de grasa abdominal fue significativamente mayor ($P < 0.05$) en el grupo A y combinación de Axb comparado Bxa y Bxb. Compartir peso de despojos comestibles expresado como % de canal de corte clásico fue significativamente mayor ($p < 0.05$) en el grupo B. La combinación de Axb presentaron una proporción significativamente menor de despojos comestibles en comparación con la combinación de Bxa. Contrario a lo mencionado anteriormente Marcu *et al.* (2013), determinaron que al estudiar los efectos de los niveles de energía y proteína en la dieta sobre las características de la pechuga de pollos, observaron que en el grupo de L1 (10% más de energía y proteína), ha influido significativamente altos niveles de energía y proteínas en la dieta: sobre la carne, masa muscular, huesos, composición química de la carne (agua, proteínas y lípidos), valor de pH en el músculo pectoral superficial, en comparación con los tratamientos LC (control) y L2 (10% menos de energía y proteína). De igual manera Zaho *et al.* (2008), al evaluar los efectos de la energía dietética y niveles de lisina en el rendimiento y características de la canal de pollos de engorde de 42 días de edad, observaron que el peso de la canal, peso eviscerado, peso de pechuga, de muslo, peso de la grasa abdominal y rendimiento de grasa abdominal aumentaron con el incremento de energía y lisina. Cuando los niveles de lisina dietética se incrementaron en un 20%, el peso de la canal, peso eviscerado, peso de pechuga y rendimiento muscular de pechuga mejoraron significativamente por 12,33%, 12,62%, 28,53% y 3,11%, respectivamente. Hubo un efecto evidente interacción en peso de la grasa

abdominal ($P < 0.05$). Las aves tiene el rendimiento óptimo de crecimiento y de la canal cuando los niveles de energía alimentaria fueron 13,81 MJ/kg, los niveles de lisina dietética eran 1,2% de 0 a 3 semanas de edad y 1.1% de 4 a 6 semanas de edad. Monfaredi *et al.* (2011), mencionan que al estudiar los efectos de dos fuentes de grasa en el rendimiento, parámetros de sangre y características de la canal de pollos engorda. Observaron que los resultados que la suplementación de dietas de engorde con hasta 40 g soja aceite/kg mejoro significativamente el rendimiento, reduciendo el colesterol sérico, y grasa abdominal en comparación con las aves que recibieron dietas que contenían sebo de res. Vieira (2006), al analizar las respuestas de pollos de engorde a los cuales se les aumentó la energía de alimentación (2.870, 3.000 y 3.100 kcal EM / kg) y la inclusión de Acidulado de soja (ASS) en comparación con aceite de soja desgomado (DSO) en las dieta de estas aves a partir de los 7 días de edad, (de 7 a 42 días) menciona que los rendimientos de la canal y los cortes comerciales no se vieron afectados por el tipo de grasa incluida en las dietas de 7-42 días, excepto para el aumento de peso corporal a los 21 y 35 días con la administración de suplementos ASS. Por otro lado, el peso corporal a los 35 días fue afectado por la interacción de los alimentados con dietas en la primera semana con los proporcionados después. Los resultados mostraron que los valores de EM utilizados para DSO y ASS son adecuadas y que ASS pueden ser utilizados como fuente de grasa en pollos de engorda.

7.6 Conclusiones de las características de la canal de los pollos de engorda.

Con los resultados obtenidos en la presente investigación se concluye que la formulación de dietas con diferente concentración de energía aplicadas a pollos de engorda, no presentaron ninguna diferencia significativa en cuanto al peso vivo y peso en canal caliente, de igual manera sucedió para las características de la canal (peso de pechuga, pierna y muslo, alas, carcasa y peso de grasa) así como para el rendimiento en canal, indicando que se pueden utilizar dietas con concentraciones más elevadas de energía (3040 y 3120/Kcal EM, para la etapa de

inicio y finalizado respectivamente), a las estándares o convencionales sin afectar las características y rendimientos de la canal y si mejorar los parámetros productivos significativamente de consumo de alimento y conversión alimenticia como en el T3.

7.7 Resultados de la composición bioquímica de músculos pectoral torácico (parte de pechuga), iliotibial craneal y lateral (parte de muslo) de pollos de engorda machos.

Los resultados de la composición bioquímica de músculos pectoral torácico (parte de pechuga), iliotibial craneal y lateral (parte de muslo) de pollos de engorda (machos) del presente estudio se muestran en el cuadro No. 7.

En la presente investigación al evaluar la composición bioquímica de la carne del pollo de engorda, se observó que al emplear dietas con diferentes concentraciones de energía en estas aves, se presentó una diferencia significativa ($p < 0.05$), en los músculos pectoral torácico de pollos alimentados con los T3 y T4 en humedad y materia seca, en tanto el T1 y T2 presentaron valores intermedios. En lo que concierne a cenizas el T2 y T3 presentaron diferencia significativa ($P < 0.05$), para grasa el T1 presentó un contenido significativamente ($P < 0.05$) alto con respecto a T2 y T4 en tanto el T3 fue intermedio. Para el caso de la proteína cruda presente en la carne de musculo pectoral torácico, no se presentó ningún efecto de esta concentración en los diferentes tratamientos ($P > 0.05$; Cuadro No. 7).

La composición bioquímica de los músculos iliotibial craneal y lateral en cuanto a humedad, materia seca y grasa, en los diferentes tratamientos no presentaron diferencia significativa ($P > 0.05$). En cuanto a cenizas y proteína cruda del T2 y T3 se presentó una diferencia significativa ($P < 0.05$) observándose en el T3 el nivel más alto de proteína, en tanto en el T2 se observó el nivel más bajo de cenizas y proteína cruda (Cuadro No. 7) en cuanto al T1 y T4 presentaron valores intermedios.

Cuadro No. 7 Resultados de la composición bioquímica de músculos pectoral torácico (parte de pechuga), iliotibial craneal y lateral (parte de muslo) de pollo de engorda machos.

Composición de Musculo	T1	T2	T3	T4	EEM
pectoral torácico (pechuga)					
Humedad	74.17ab	74.48ab	75.09a	74.11b	0.31
Materia seca	25.83ab	25.52ab	24.91b	25.89a	0.31
Ceniza	5.32ab	4.95b	5.70a	5.42ab	0.16
Grasa	7.18a	4.51b	6.03ab	4.71b	0.81
Proteína cruda	92.45a	93.71a	90.81a	91.22a	1.50
Composición de músculos iliotibial craneal y lateral (Muslo)					
Humedad	77.46a	77.25a	77.66a	77.08a	0.43
Materia seca	22.54a	22.75a	22.34a	22.92a	0.43
Ceniza	4.80ab	4.58b	5.39a	5.33ab	0.26
Grasa	9.44a	11.56a	12.15a	11.64a	1.05
Proteína cruda	86.42ab	84.45b	87.76a	86.48ab	0.99

Letras diferentes en fila indican diferencias significativa $p < 0.05$

7.8 Discusión de la composición bioquímica de músculos pectoral torácico (parte de pechuga), iliotibial craneal y lateral (parte de muslo) de pollo de engorda machos.

En la presente investigación al evaluar la composición química de la carne de canal del pollo de engorda, se observó que al emplear dietas con diferentes concentraciones de energía en estas aves, se presentó una diferencia significativa ($P < 0.05$), en los músculos pectoral torácico (parte de pechuga), iliotibial craneal y lateral (parte de muslo) en pollos alimentados con el T3 en lo que respecta a humedad y cenizas. De igual manera se presentó una diferencia significativa ($P < 0.05$), para el T4 y T1 en materia seca y grasas respectivamente, para la proteína cruda no se observó ningún efecto ($P > 0.05$). En la composición química de los músculos iliotibial craneal y lateral, en el T3 se presentó una diferencia significativa ($P < 0.05$), en cuanto a cenizas y proteína cruda, para humedad, materia seca y grasa de los diferentes tratamientos no se presentó diferencia significativa ($P > 0.05$). Symeon *et al.* (2014), difieren ya que al realizar la investigación sobre los efectos de la suplementación dietética con aceite de

canela en el crecimiento, comportamiento, características de la canal y calidad de la carne de pollo de engorda. Determinaron que no encontraron diferencias significativas en los órganos internos pesos y características de la canal entre los tratamientos, aunque peso canal fría era la más ligera en el grupo C1. Al mismo tiempo, los parámetros de color, pH₂₄, pérdida de valores corte y grasa intramusculares no fueron afectados por las dietas. El grado de oxidación lipídica en crudo del músculo pectoral mayor músculo almacenado a 4 °C durante 9 días o a -20 °C hasta 6 meses también no fue influenciado por el tratamiento dietético. De forma contraria Marcu *et al.* (2012), al estudiar la influencia del nivel de alimentación energía-proteína sobre las características de las canales (participación de las partes cortadas de la proporción de carne/hueso y estructura de la canal entera) y composición química de carne procedentes de diferentes regiones anatómicas en pollos de engorda. Determinaron para la composición química de la carne, en la pechuga que sus músculos contenían más cantidad de proteínas, y la situación se revirtió en los músculos de los muslos y contramuslos. En consecuencia, después de la evaluación de la composición química en los músculos estudiados en el grupo Lexp1 fue encontrado el mayor contenido de lípidos y más bajo contenido de proteína, en comparación con los grupos Lc y Lexp2. En el grupo Lexp1, alimentar con mayor cantidad de proteína y nivel de energía han influido positivamente en las diferentes partes cortadas en la estructura entera de la canal (pechuga y muslos), la proporción de carne, hueso y la composición química de la carne (proteínas y lípidos). De igual manera, otros autores como Nagata *et al.* (2011), evaluaron las características de la canal y calidad de pechuga después de la inclusión de la fitasa en dietas para pollos de engorda con diferentes niveles de energía metabolizable aparente (AMEn), corrección de nitrógeno y reducido de proteína cruda (PC) complementada con aminoácidos esenciales siguiendo el concepto de proteína ideal, donde menciona que fueron sacrificadas dos aves de cada unidad experimental con el fin de medir el rendimiento de la canal y los rendimientos de las partes y determinar la composición química de la pechuga. Los niveles de AMEn y PC de dietas con fitasa influyeron ($P < 0.05$) en la canal, pechuga y rendimiento de grasa

abdominal y porcentaje de humedad, proteínas y grasas en la pechuga de los pollos de engorda. Los niveles de 3.100 kcal AMEn/kg y 18% CP mostraron mayor rendimiento de canal y pechuga y menor deposición de grasa abdominal, aunque con mayor porcentaje de grasa en la carne de la pechuga. Marcu *et al.* (2013), coinciden con el autor anterior, al determinar el efecto de los niveles de energía y proteína en la dieta sobre las características de la pechuga de pollos, mencionando que en el grupo de L1, ha influido significativamente altos niveles de energía y proteínas en la dieta: sobre la carne, masa muscular: huesos, composición química de la carne (humedad, proteínas y lípidos), valor de pH en el músculo pectoral superficial, en comparación con LC y L2

7.9 Conclusiones de la composición bioquímica de músculos pectoral torácico (parte de pechuga), iliotibial craneal y lateral (parte de muslo) de pollos de engorda (machos).

Con los resultados obtenidos en el presente estudio se concluye que la formulación de dietas con diferente concentración de energía aplicadas a pollos de engorda machos, no presentaron ninguna diferencia significativa en cuanto al peso vivo y rendimiento de canal caliente, de igual manera sucedió para las características de la canal (peso de pechuga, pierna, muslo, alas y grasa), ocurriendo de la misma manera para las características bioquímicas de pechuga donde la proteína de esta pieza no se vio afectada y para el caso de la grasa los valores fueron intermedios para el T3, favorablemente para el muslo se presentó un incremento significativo en la proteína de este músculo del T3 y con respecto a la grasa no se alteró entre los diferentes tratamientos de esta pieza. Indicando lo anterior que las dietas con concentraciones altas en energía no alteran una de las principales propiedades bioquímicas de la carne en pechuga como son las proteínas, pero si mejoran esta característica en la carne del muslo, proporcionando de esta manera una carne de mejor calidad para el consumidor, por lo que se pueden utilizar dietas con este nivel de concentraciones de energía T3 (3040 y 3120/Kcal EM, para la etapa de inicio y finalizado respectivamente), diferentes a los estándares o convencionales sin afectar las características y

rendimientos de la canal y si mejorar los parámetros productivos significativamente de consumo de alimento y conversión alimenticia como en el T3.

8. Resultados, Discusión y Conclusiones del Experimento No. 2

8.1 Resultados de Parámetros productivos: Ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.

Durante la fase inicial del ciclo productivo del pollo de engorda no se presentó ningún efecto de la concentración de proteína sobre la variable ganancia de peso (GP) ($P > 0.05$), entre los diferentes tratamientos (T). Con respecto a la variable consumo de alimento el T1 y T3 no presentaron ninguna diferencia significativa ($P > 0.05$), en tanto el T2 (Dieta estándar) fue significativo ($P < 0.05$) y el T4 registro consumos intermedios, para la variable conversión alimenticia los tratamientos T2 y T4 presentaron una diferencia significativa ($P < 0.05$) obteniendo una menor conversión, el T3 de igual manera fue significativo ($P < 0.05$), pero presentando la conversión más alta y el T1 presento valores intermedios sobre esta variable (Cuadro No.8).

De la misma forma que se presentó en la fase de inicio, ocurrió durante la etapa de finalización del ciclo productivo del pollo de engorda no se presentó ninguna diferencia significativa ($P > 0.05$) del efecto de la concentración de proteína sobre la variable ganancia de peso, entre los diferentes tratamientos. Con respecto a la variable consumo de alimento el T1 y T3 presentaron diferencia significativa ($P < 0.05$) siendo mayor y menor el consumo de alimento respectivamente, los T2 y T4 presentaron valores intermedios para dicha variable, de igual forma para la conversión alimenticia los pollos alimentados con el T1 registraron una mayor conversión, en tanto los del T3 una menor, presentando ambos una diferencia significativa ($P < 0.05$), los T2 y T4 presentaron valores intermedios para esta variable (Cuadro No.8).

Durante el total de la prueba se observó que el efecto de la concentración de proteína sobre la variable ganancia de peso no presento diferencia significativa ($P > 0.05$) entre los diferentes tratamientos, no ocurriendo así para la variable consumo de alimento ya que el T1 presento una diferencia significativa ($P < 0.05$) siendo este el que registro mayor consumo, de igual

manera fueron significativos ($P < 0.05$) el T2 y T3 pero con un menor consumo, en cuanto al T4 presento valores intermedios, en lo que concierne a la conversión alimenticia los tratamientos T1, T2 y T4 presentaron diferencia significativa ($P < 0.05$) siendo el T1 el que obtuvo una mayor conversión y el T2 y T4 registró una menor; el T3 presento valores intermedios (Cuadro No.8).

Cuadro No.8. Efecto de concentración de proteína sobre las características productivas del pollo de engorda (promedio acumulado por pollo).

Variables y Fase de Alimentación	T1	T2	T3	T4	EEM
Inicio (1 a 21 d)					
GP	920a	909a	898a	948a	19.6
Consumo	1429a	1349b	1434a	1405ab	20.7
Conversión	1.55ab	1.49b	1.60a	1.48b	0.03
Finalizado (22 a 42 d)					
GP	1919a	1914a	1918a	1935a	48.1
Consumo	3980a	3820ab	3744b	3888ab	71.9
Conversión	2.07a	1.99ab	1.96b	2.01ab	0.03
Total de prueba (1-42 d)					
GP	2839a	2823a	2816a	2883a	55.9
Consumo	5409a	5169b	5177b	5293ab	74.4
Conversión	1.906a	1.832b	1.838ab	1.836b	0.02

Letras diferentes en fila indican diferencias significativa $p < 0.05$

8.2 Discusión de Parámetros productivos: Ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.

Después de las materias primas que aportan energía, los suplementos de proteínas constituyen el principal componente de las dietas de las aves. Las fuentes de proteínas vegetales satisfacen la mayor parte de las necesidades de proteínas alimentarias (FAO 2014). Durante el segundo experimento se observó que no existió efecto de la concentración de proteína en la dieta en los diferentes tratamientos utilizados con respecto a la ganancia de peso, tanto para la fase de inicio y finalización comportándose durante todo el ciclo productivo de la misma forma, no ocurriendo así para las variables consumo de alimento y conversión alimenticia ya que durante la fase de inicio el consumo de alimento fue menor para

el T2 obteniendo la misma ganancia de peso que los restantes tratamientos y presentando a la vez una mejor conversión alimenticia al igual que el T4. Para la etapa de finalización las variables consumo de alimento y conversión alimenticia indicaron que el T3 mostro mejores parámetros productivos al presentar un menor consumo de alimento y por lo tanto una menor conversión alimenticia que los tratamientos restantes (T1, T2 y T4). Contrario a lo observado en la presente investigación, Ghazanfari *et al.* (2010), al analizar los efectos de diferentes contenidos de energía y proteínas de la dieta sobre el rendimiento productivo de pollos de engorda, indican que el incremento de los niveles de consumo de alimento aumento con la proteína, la ganancia de peso y mejoro la conversión alimenticia, en comparación con un bajo nivel de proteína en dieta. Laudadio *et al.* (2012), exponen que al estudiar el efecto de diferentes niveles de proteína cruda (PC) en la dieta sobre el crecimiento de pollos de engorde Hubbard. En el cual los tratamientos consistían en tres dietas con diferentes niveles de PC durante 42 días: alto contenido de proteínas (HCP, 22,5%), medio-proteína (MCP, 20,5%) y baja en proteínas (LCP, 18,5%), menciona que la proteína cruda de la dieta no afectó el crecimiento de los pollos de engorde. Contrario a lo mencionado por este autor. Houshmand *et al.* (2012), al analizaron los efectos de la suplementación dietética de ácidos orgánicos, prebióticos y probiótico en pollos de engorda, donde utilizo dos niveles de proteína cruda (recomendado o baja (85% del recomendado). Indica que al bajar significativamente el nivel de proteína en la dieta disminuyó el rendimiento de aves durante todo el experimento. Awad *et al.* (2014), menciona que al realizar un estudio de tres semanas el cual se llevó a cabo para evaluar el efecto de los aminoácidos no esenciales (AANE), la suplementación con baja proteína cruda (PC) y dieta con aminoácidos esenciales adecuados (CEA) sobre el crecimiento, pesos relativos de la grasa abdominal, rendimiento de la pechuga en pollos de engorde. Donde concluye mencionando, que los resultados sugieren que la fortificación AANE puede mejorar el crecimiento de los pollos de engorde alimentados con una dieta excesiva bajo en PC, bajo condiciones de calor y humedad tropical. Contrario a lo observado en la presente investigación, Jafarnejad *et al.* (2010), mencionan que al investigar el efecto de

dietas con diferentes niveles de proteína y energía en el desempeño de pollos de engorde, alimentados con dos formas de dieta (puré y migaja-pellet), observaron que la alimentación con migaja pellets de 1 a 21 días de edad mejoró ganancia de peso y conversión alimenticia y que un aumento en el contenido en proteínas (a diferencia de la energía) de la dieta aumentó el rendimiento de los pollos al final de la tercera semana. Contrariamente a lo analizado en la presente investigación. Abde *et al.* (2010), analizaron los efectos de proteína cruda (PC), lisina y equilibrio de aminoácido en dietas para pollos de engorda machos sobre los parámetros productivos. Observando que el peso corporal máximo puede ser obtenido con un 21% baja PC más suplementación de aminoácidos esenciales, que fue el mismo que el de los pollos alimentados con dieta alta en proteínas (23% PC). En tanto Toledo *et al.* (2011), al evaluar el efecto de los niveles dietéticos de proteína cruda (PC) y el uso de una solución nutritiva mediante agua potable en el desempeño de pollos de engorde en la fase de pre inicio, observaron que el uso de la dieta pre inicio con mayor nivel nutricional y la solución nutritiva mejoro el desempeño de pollos de engorde. La fuente nutritiva temprana vía agua potable resultó en la uniformidad y el mejor desempeño de pollos de engorde. Sin embargo, las aves con bajo peso inicial continuaron presentan menor peso corporal en la edad del mercado. Otros investigadores como, Boonsinchai *et al.* (2016), investigaron los efectos de la reducción de la proteína y la sustitución de la yuca por el maíz con niveles mantenidos de metionina, lisina, treonina y triptófano en la dieta para pollos de engorde de 1 a 42 días de edad. Donde se observó que la proteína cruda de la dieta podría reducirse a 95% de lo recomendado para la línea de pollo, para tener el más alto rendimiento de crecimiento. Para la fuente de energía alternativa, la yuca podría sustituir el maíz en el nivel de 50% sin perjudicar ninguna de las variables de medición. Faridi, *et al.* (2015). Realizó un meta-análisis para evaluar los efectos de la proteína cruda (PC) y Lisina en el consumo de alimento, la ganancia diaria de peso y la eficiencia alimenticia de pollos de engorde de línea comercial Ross y Cobb durante los primeros 21 días de edad.. Los resultados de este estudio mostraron que el nivel en la dieta de PC, la respuesta deseada en consumo de alimento, ganancia diaria

de peso y eficiencia alimenticia así como el sexo y la tensión son factores importantes que afectan a la exigencia de Lisina en los pollos de engorde.

8.3 Conclusión de parámetros productivos: ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.

Con los resultados obtenidos en el presente estudio se concluye que el efecto de la concentración de proteína sobre la variable ganancia de peso no presentó diferencia significativa entre los diferentes tratamientos de ambas fases (inicio y finalización), por lo que es recomendable seguir utilizando en todo el ciclo productivo la dieta del T2, considerando que en los resultados de este tratamiento en el total de la prueba, presentó una diferencia significativa ($P < 0.05$) en consumo de alimento y conversión alimenticia, siendo estos los más bajos con respecto a los demás tratamientos.

8.4 Resultados de Características de la canal

Los resultados de las características de la canal de los pollos de engorda (machos) del presente estudio se muestran en el cuadro No. 9.

Cuadro No. 9. Resultados de las características de la canal de los pollos de engorda.

Pesos y Rendimiento de la canal	T1	T2	T3	T4	EEM
Peso vivo	3079a	2950a	2988a	3169a	91.6
Peso canal caliente	2337a	2220a	2214a	2364a	79.2
Peso pechuga	894a	866a	839a	923a	41.2
Peso de pierna y muslo	680a	634a	634a	680a	20.8
Peso alas	230a	215a	219a	231a	6.3
Peso carcasa	514a	481a	501a	517a	16.4
Peso de grasa	19.63a	24.54a	22.08a	23.85a	1.85
Peso hígado	60.20a	56.94a	56.32a	58.36a	3.10
Peso corazón	12.19a	12.36a	12.05a	12.37a	0.72
Peso molleja	46.21a	43.17a	47.80a	46.41a	1.80
Rendimiento en canal, %	75.90a	75.23ab	74.02b	74.56ab	0.57

Letras diferentes en fila indican diferencias significativa $p < 0.05$

No se observó diferencia significativa ($P > 0.05$), en los pollos alimentados con concentraciones diferentes de proteína en la dieta, entre los cuatro tratamientos utilizados en el presente experimento en cuanto al peso vivo y peso de la canal caliente. En lo que respecta a las características de la canal (peso de pechuga, pierna y muslo, alas, carcasa y peso de grasa) de los pollos alimentados con diferentes concentraciones de proteína en la dieta, no se presentó ningún efecto de esta concentración entre los tratamientos sobre la variable de peso en cada una de las partes de la canal ($P > 0.05$). De igual manera, no se observó diferencia significativa ($P > 0.05$) al utilizar diferentes concentraciones de proteínas en la dieta con respecto al peso de hígado, corazón y molleja entre los diferentes tratamientos. No ocurriendo así para el T1 en relación al rendimiento en canal el cual presentó una diferencia significativa ($P < 0.05$), observándose que obtuvo el mejor rendimiento, de la misma manera el T3 fue significativo ($P < 0.05$) presentando el rendimiento más bajo, en tanto los tratamientos T2 y T4 presentaron valores intermedios (Cuadro No.9).

8.5 Discusión de Características de la canal

Al evaluar las diferentes características de la canal del pollo de engorda, se observó que al emplear dietas con diferentes concentraciones de proteína en el pollo de engorda no mostraron ninguna efecto entre los diferentes tratamientos utilizados. No ocurriendo de esta forma para el T1 en relación al rendimiento en canal el cual presentó una diferencia significativa ($P < 0.05$), observándose que obtuvo el mejor rendimiento. Contrario a lo observado en el presente experimento Gheorghe (a) *et al.* (2013), evaluaron el efecto de tres niveles de proteína en la dieta sobre composición corporal, perfil metabólico de plasma y composición de la canal de pollos de engorde Cobb 500 a 42 días de edad. Las dietas se formularon para cada fase de crecimiento, para contener 3 niveles de proteína: alto valor proteico (HP), proteína media (MP) y baja en proteínas (LP). Se observó que la canal de la dieta con alto valor proteico HP representó 86.97% de ganancia de peso (GP) y en la dieta con bajo valor proteico LP 85,47% de GP vs medio valor proteico MP 85.79% de GP. De la misma forma Hada *et al.* (2013), no concuerdan con lo observado en la presente investigación

ya que al evaluar los parámetros productivos, rendimiento de la canal así como sus partes y cambios en la sangre en pollos de engorde alimentados con diferentes niveles de proteínas, carbohidratos y lípidos. Observaron que al utilizar dietas bajas en proteínas los pollos presentaron un menor peso corporal, consumo de alimento y una mala conversión alimenticia al día 42, así como de la canal y los rendimientos de pechuga. Otros autores como Gheorghe(b) *et al.* (2013), mencionan que al analizar la influencia de diferentes niveles de proteína en la dieta sobre las características de rendimiento y canal de pollos de engorda de 1 a 42 días. Utilizando dietas con 3 niveles de proteína: alto valor proteico (HP), proteína media (MP) y baja en proteínas (LP). Observándose que el rendimiento de la canal y el porcentaje de hígado de pollo de engorda no fueron afectados por el nivel de proteína en la dieta, pero el rendimiento de pechuga y piernas fueron influenciados por el nivel de proteína en la dieta y dietas altas en proteínas produce canales que contenía niveles inferiores (2.49%; $P < 0.0001$) de grasa abdominal que la dieta con baja proteína (2,78%; $P < 0.0001$), por lo que podemos concluir que el nivel de proteína en la dieta influye significativamente los parámetros del canal (rendimiento de pechuga y piernas, grasa abdominal) del pollos de engorde. De la misma manera Oliveira *et al.* (2013), concuerdan con el anterior autor ya que al investigar los efectos de la reducción de proteína cruda en la dieta sobre el crecimiento y la carcasa de 22-42 días de edad en pollos de engorda, los cuales fueron criados en diferentes temperaturas. Utilizando cinco niveles de proteína bruta (220, 210, 200, 190 y 184 g/kg) y dos temperaturas (21.6 y 32.2 °C) con dietas isocalóricas y aminoácidos esenciales manteniéndose constantes en todos los tratamientos. Observo que cualquier reducción de proteína cruda en el rango de 220 a la 184 g/kg para los pollos de engorde del 22 al 42 días de edad, tiene un efecto negativo en su rendimiento. El estrés por calor empeora el rendimiento del pollo y el rendimiento de la pechuga. En tanto Laudadio *et al.* (2012) mencionan que al evaluar el efecto de la disminución de proteína en la dieta sobre el desempeño del crecimiento, características de la canal y morfometría de la mucosa intestinal en 180 pollos de engorda hembras Hubbard de 14 días de edad hasta 49 días, utilizando dietas altas en proteínas

22,5% proteína cruda, proteínas media, 20,5% proteína cruda y baja en proteínas 18,5% de proteína cruda. Observo que los rendimientos del músculo (pechuga y muslo) fueron significativamente mayores en las aves con la dieta alta en proteína comparada con los de las dietas media proteína y baja proteína. Similar a los resultados de la presente investigación Mandal *et al.* (2010), mencionan que al analizar 120 pollitos de engorda de un día de edad, los cuales se alimentaron con tres diferentes niveles de proteína 23% y 21%, 21% y 19%, y 19% y 17% en la etapa de inicio y finalizado respectivamente con niveles fijos de aminoácidos limitantes a saber: lisina (1,25 y 1,16%), metionina (0,55 y 0,50%), treonina (0,95 y 0,88%) en el periodo de inicio y finalización, respectivamente. Se observó que las características de la canal, el peso relativo de los órganos viscerales e inmunológicos y el rendimiento de la pechuga no fueron diferentes debido a los niveles de proteína utilizada. Gómez *et al.* (2011), observaron datos similares al autor anterior ya que al evaluar el comportamiento productivo de pollos de engorda realizando dos experimentos con aves de 1-49 días de edad. Donde en ambos se evaluaron 6 tratamientos, un factor dietas con y sin reducción, de 2 unidades porcentuales de proteína y el otro, tres programas de alimentación; dos fases (0-21 y 22-49 días de edad), tres fases (0-21, 22-42 y 43-49 días de edad) y cuatro fases (0-7, 8-21, 22-35 y 36-49 días de edad). Mencionan que los resultados del Experimento 1 y 2 indicaron que el crecimiento fue similar ($P > 0.05$) para dietas y fases de alimentación. Los rendimientos de la canal, pechuga y pierna con muslo; así como la grasa en la canal, no mostraron diferencias ($P > 0.05$) entre factores ni efecto de interacción. Concluyendo que los pollos alimentados bajo 2, 3 y 4 fases de alimentación tuvieron comportamientos similares. La formulación de dietas reducidas en proteína mediante el uso de aminoácidos sintéticos en cada fase, resultó ser eficiente en las variables productivas y rendimiento de la canal. Dehghani *et al.* (2016), investigaron el efecto de la suplementación dietética de ácidos orgánicos (OA) sobre parámetros productivos y las características de la canal de pollos de engorde alimentados con dietas con diferentes niveles de proteína cruda (PC) en pollo de engorda. Los tratamientos experimentales consistieron en 3 diferentes niveles de PC (alta, media y baja) y 3 suplementación

dietética OA (control, 2,5 g de ácido cítrico / kg, y 2,5 g de ácido butírico / kg). Indicando los resultados que el nivel de proteína de la dieta se puede reducir en 2 puntos porcentuales si se proporcionan los aminoácidos más limitantes en los niveles suficientes. Por otro lado, la suplementación dietética OA aumentó la ganancia de peso y el rendimiento de la canal de pollos de engorde. Miranda et al, (2015). Utilizó un total de 4.800 pollos de engorda Cobb machos de un día de edad, en un estudio con el objetivo de evaluar programas dietéticos formulados con diferentes grados de restricción de proteína cruda (PC) y la suplementación de L-valina y L-isoleucina. Cuatro programas de alimentación (PRG) que reflejan diferentes estrategias para proporcionar los aminoácidos (AA) a los pollos de engorde. Observando que la formulación de dietas para pollos de engorde sin restricción de proteína cruda nivel mínimo, pero el uso de AA a las relaciones de Lisina permitió un crecimiento y rendimiento de la canal adecuado.

8.6 Conclusiones de las características de la canal de los pollos de engorda.

Con los resultados obtenidos en la presente investigación se concluye que la formulación de dietas con diferente concentración de proteína aplicadas a pollos de engorda, no presentaron ninguna diferencia significativa en cuanto al peso vivo y peso en canal caliente, de igual manera sucedió para las características de la canal (peso de pechuga, pierna y muslo, alas, carcasa y peso de grasa) así como para el al peso de hígado, corazón y molleja entre los diferentes tratamientos. No ocurriendo para el rendimiento en canal del T1 el cual presentó una diferencia significativa ($P < 0.05$), de la misma manera el T3 fue significativo ($P < 0.05$) presentando el rendimiento más bajo, en tanto los tratamientos T2 y T4 presentaron valores intermedios. Por lo que se recomienda seguir utilizando el T2 (dieta estándar).

8.7 Resultados de la composición bioquímica de músculos pectoral torácico (parte de pechuga), iliotibial craneal y lateral (parte de muslo) de pollos de engorda machos.

Los resultados de la composición bioquímica de músculos pectoral torácico (parte de pechuga), iliotibial craneal y lateral (parte de muslo) de pollos de engorda (machos) del presente estudio se muestran en el cuadro No.10. Con respecto a la composición bioquímica del musculo pectoral torácico (pechuga) de pollos alimentados con concentraciones diferentes de proteína en la dieta, no se presentó diferencia significativa ($P > 0.05$), entre los tratamientos (T1, T2, T3 y T4) en cuanto a humedad, materia seca, cenizas y grasas. Por lo contrario para proteína cruda existió una diferencia significativa ($P < 0.05$) en el T2, siendo este el que presento mayor concentración. En la composición bioquímica de los músculos iliotibial craneal y lateral (muslo) en cuanto a humedad, materia seca y grasa no presentaron diferencia significativa ($P > 0.05$) en los diferentes tratamientos. En cuanto a cenizas los tratamientos T2 y T3 fueron significativos ($P < 0.05$), con el valor más alto, de igual manera el T1 fue significativo pero este presento el valor más bajo, para la proteína cruda fue significativo ($P < 0.05$) para el T2 y T3 siendo el más alto y bajo respectivamente.

Cuadro No. 10. Resultados de la composición bioquímica de músculos pectoral torácico (parte de pechuga), iliotibial craneal y lateral (parte de muslo) de pollo de engorda machos.

Composición de Musculo	T1	T2	T3	T4	EEM
pectoral torácico (pechuga)					
Humedad	75.12a	74.74a	74.62a	74.33a	0.43
Materia seca	24.88a	25.26a	25.38a	25.67a	0.34
Ceniza	5.61a	5.64a	6.14a	6.52a	0.34
Grasa	4.50a	4.60a	4.78a	5.35a	0.49
Proteína cruda	90.91ab	92.63a	89.04b	90.84ab	0.78
Composición de músculos iliotibial craneal y lateral (Muslo)					
Humedad	77.48a	77.38a	79.81a	78.00a	1.13
Materia seca	22.52a	22.62a	20.19a	22.00a	1.13
Ceniza	5.79b	6.61a	6.70a	6.38ab	0.23
Grasa	10.81a	10.35a	9.84a	10.48a	0.61
Proteína cruda	86.12b	88.86a	78.95c	84.47b	0.82

Letras diferentes en fila indican diferencias significativa $p < 0.05$

8.8 Discusión de la composición bioquímica de músculos pectoral torácico (parte de pechuga), iliotibial craneal y lateral (parte de muslo) de pollo de engorda machos.

En la presente investigación al evaluar la composición química de la carne de canal del pollo de engorda, se observó que al emplear dietas con diferentes concentraciones de proteína en estas aves, no se presentó una diferencia significativa ($P > 0.05$), en los músculos pectoral torácico (parte de pechuga), iliotibial craneal y lateral (parte de muslo) de los diferentes tratamientos con respecto a humedad, materia seca, grasa y ceniza del musculo pectoral torácico. En cuanto a la proteína cruda de ambos músculos se presentó una diferencia significativa ($P < 0.05$) en el T2, mostrando un cantidad mayor. Contrario a lo observado en la presente investigación Marcu *et al.* (2012), al estudiar la influencia del nivel de alimentación energía-proteína sobre las características de las canales y composición química de carne procedentes de diferentes regiones anatómicas en pollos de engorda. Los cuales fueron divididos en tres tratamientos: Grupo

control (Lc) y dos grupos experimentales, que habían recibido dietas compuestas con diferentes niveles de energía y proteína (Lc-estándar; Lexp1-alto en un 10% y Lexp2 inferior en un 10%). Observando que en el grupo Lexp1, alimentar con mayor cantidad de proteína y nivel de energía han influido positivamente en las diferentes partes cortadas en la estructura entera de la canal (pechuga y muslos), la proporción de carne, hueso y la composición química de la carne (proteínas y lípidos). En tanto Nagata *et al.* (2011), al evaluar las características de la canal y calidad de pechuga después de la inclusión de la fitasa en dietas para pollos de engorda con diferentes niveles de energía metabolizable aparente (AMEn), corrección de nitrógeno y reducido de proteína cruda (PC) complementada con aminoácidos esenciales. Observaron al final de experimento que la manipulación de los niveles de energía de las dietas con reducción de proteína cruda suplementada con aminoácidos y fitasa influyó en los rendimientos de las piezas de la canal y calidad de la carne de la pechuga de los pollos en 42 días. Otro autor que no concuerda con lo observado en la presente investigación es Marcu *et al.* (2013), ya que estudiando el efecto de los niveles de energía y proteína en la dieta sobre las características de la pechuga de pollos. Utilizando (LC-control; L1-superior con 10%; L2-inferior con 10%). Donde después del sacrificio, de cada grupo fueron muestreadas las pechugas de 10 canales y se determinaron: carne, masa muscular: cociente de huesos, composición química de la carne, valor de pH en el músculo pectoral superficial. Mencionando que de estas características, se obtuvieron los valores más altos en el grupo de L1 y los valores más bajos en el grupo de L2. En el grupo de L1, ha influido significativamente altos niveles de energía y proteínas en la dieta: sobre la carne, masa muscular: huesos, composición química de la carne (humedad, proteínas y lípidos), valor de pH en el músculo pectoral superficial, en comparación con LC y L2. Otros autores como Santiago *et al.* (2011), menciona que al realizar dos experimentos con pollos Ross 308 de 1-49 días de edad; un factor dietas con y sin reducción, de 2 unidades porcentuales de proteína y el otro, tres programas de alimentación; dos fases (0-21 y 22-49 días de edad), tres fases (0-21, 22-42 y 43-49 días de edad) y cuatro fases (0-7, 8-21, 22-35 y 36-49 días de edad). Observo que los resultados

del experimento 1 indicaron que el crecimiento fue similar ($P > 0.05$) para dietas y fases de alimentación. Los rendimientos de la canal, pechuga y pierna con muslo; así como la proteína y grasa en la canal, no mostraron diferencias ($P > 0.05$) entre factores ni efecto de interacción. En el Experimento 2, los resultados de ganancia de peso, conversión, rendimientos de canal, pechuga y pierna con muslo y grasa total, fueron similares ($P > 0.05$) para dietas y fases de alimentación.

8.9 Conclusiones de la composición bioquímica de músculos pectoral torácico (parte de pechuga), iliotibial craneal y lateral (parte de muslo) de pollos de engorda (machos).

Con los resultados obtenidos en el presente estudio se concluye que la formulación de dietas con diferente concentración de proteína aplicadas a pollos de engorda machos, no presentaron ninguna diferencia significativa ($P > 0.05$) en la composición bioquímica del musculo pectoral torácico (pechuga) entre los tratamientos (T1, T2, T3 y T4) en cuanto a humedad, materia seca, cenizas y grasas. Por lo contrario para proteína cruda existió una diferencia significativa ($P < 0.05$) en el T2, siendo este el que presento mayor concentración. En lo que concierne a la composición bioquímica de los músculos iliotibial craneal y lateral (muslo) en cuanto a humedad, materia seca y grasa no presentaron diferencia significativa ($P > 0.05$) entre los tratamientos, pero para la proteína cruda fue significativo ($P < 0.05$) en el T2, siendo el más alto, por lo que se recomienda en seguir utilizando este último tratamiento, ya que fue el que obtuvo mejor concentración de proteína en los dos músculos estudiados.

9. Bibliografía

Abdel M., Yan F., Cerrate S., Coto C., Wang Z., Waldroup P. 2010. Effect of Dietary Crude Protein, Lysine Level and Amino Acid Balance on Performance of Broilers 0 to 18 Days of Age. *International Journal of Poultry Science*. v.9 (1). p.465-472.

Aftab, Usama. 2009. Response of broilers to practical diets with different metabolizable energy and balanced protein concentrations. *Revista Brasileira de Ciencia Avícola*. Volume 11, Issue 3, Pages 169-173

Alabi OJ., Ng'ambi JW., Norris D. 2013. Dietary energy level for optimum productivity and carcass characteristics of indigenous Venda chickens raised in closed confinement *South African journal of Animal Science* Volume: 43 Issue: 5 Pages: S75-S80,

American Fats and Oils Association (AFOA, 1999),

Association of Official Agricultural Chemists. 1980. Fatty acid profile: Method 28.057 a 28.068. *Official Methods of Analysis*.13th ed. Arlington, VA: AOAC.

Awad E A., Zulkifli I., Farjam A S., Chwen L T. (a). 2014. Amino acids fortification of low-protein diet for broilers under tropical climate. 2. Nonessential amino acids and increasing essential amino acids. *Italian Journal of Animal Science*. Vol. 13 Issue 3, p631-636.

Awad E A., Fadlullah M., Zulkifli I., Farjam A S., .. Chwen L T. (b). 2014. Amino acids fortification of low-protein diet for broilers under tropical climate: ideal essential amino acids profile. *Italian Journal of Animal Science*. Vol. 13 Issue 2, p270-274.

Branson A., Gabriel H. 2012, México - Reporte semestral de productos avícolas. <http://www.elsitioavicola.com/articles/2141/mexico-reporte-semestral-deproductos-vacolas-2012>.

Boonsinchai N., Potchanakorn M., Kijparkorn S. 2016. Effects of protein reduction and substitution of cassava for corn in broiler diets on growth performance, ileal protein digestibility and nitrogen excretion in feces *Animal Feed Science and Technology* Volume 216, p: 185–196.

Cortes Cuevas A., Esparza Carrillo C., Sanabria Elizalde G., Miguel Iriarte J., Ornelas Roa M., Ávila González E. 2012. El uso de granos secos de destilería

con solubles (DDGS) en dietas sorgo-soya para pollos de engorda y gallinas de postura. Rev Mex. Cienc. Pecu ,3(1):331-341

Church D.C., Pond W. G., Pond K. R. 2004. Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales. Editorial Limusa

De Acurero Mirian M. 1999 Uso de la grasa en la alimentación animal. FONAIAP. Centro de Investigaciones Agropecuarias Del Estado Zulia.

Dehghani T., Jahanian R. 2016 Effect of supplemental organic acids on performance, carcass characteristics, and serum biochemical metabolites in broilers fed diets containing different crude protein levels. Animal Feed Science and Technology . Volume 211, p:109–116.

Duarte K.F. Junqueira O.M. Borges L.L. Rodríguez E. Filardi, R.D. Praes, M. Domingues, C. 2014. Performance, Carcass Traits, and Body Composition of Broilers Fed Different Linseed Oil Levels between 21 and 56 Days of Age. Brazilian Journal of poultry science .Volume: 16. Pages: 55-60.

Dukes H. H. 2008. Fisiología de los animales domésticos de Dukes. Segunda edición. Editorial limusa. Traducción a español. México.

Faridi A., Gitoe A., France J. 2015. Evaluation of the effects of crude protein and lysine on the growth performance of two commercial strains of broilers using meta-analysis. Livestock Science Volume 181, p: 77–84

Farkhoy M., Modirsanei M., Ghavidel O., Sadegh M., Jafarnejad S. 2012. Evaluation of Protein Concentration and Limiting Amino Acids Including Lysine and Met + Cys in Prestarter Diet on Performance of Broilers. Veterinary Medicine International. p1-7. 7p.

Ferreira G.D., Pinto M.F., Neto M.G., Ponsano E.H., Goncalves C.A., Bossolani I.L., Pereira A.G. 2015. Accurate adjustment of energy level in broiler chickens diet for controlling the performance and the lipid composition of meat. Ciencia Rural .Volume: 45. Issue: 1. Pages: 104-110.

Ghazanfari S., Tahmoorespur M., Nobari K. 2010 Changes in ghrelin mRNA level, plasma growth hormone concentration and performance in different dietary energy and protein levels in broiler chicken. Italian Journal of Animal Science, Vol. 9 (3): p290-295.

Gheorghe A., Dragotoiu D., Ciurescu G., Lefter N., Hăbeanu M. (a) 2013 Effects of Dietary Protein Level on Protein Deposition in Broilers: 2. Body

Composition, Plasma Metabolic Profile and Litter Composition. Bulletin of the University of Agricultural Sciences & Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Animal Science & Biotechnologies; Vol. 70 Issue 2, p274-283.

Gheorghe A., Dragotoiu D., Ciurescu G., Lefter N., Hăbeanu M. (b) 2013. Effects of Dietary Protein Level on Protein Deposition in Broilers: 1. Productive Performance and Carcass Characteristics. Bulletin of the University of Agricultural Sciences & Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Animal Science & Biotechnologies; 2013, Vol. 70 Issue 2, p266-273

Gómez Rosales S., Angelesa M. L., Ramírez Rodríguez E. 2012. Productividad y eficiencia de uso de nitrógeno y energía en pollos de engorda alimentados con pasta de soya o pasta de canola, Rev Mex Cienc Pecu; 3(3):313-330)

Gopi M., Purushothaman M.R., Chandrasekaran D. 2014. Effect of dietary coenzyme Q10 supplementation on the growth rate, carcass characters and cost effectiveness of broiler fed with three energy levels. Springer Vol. 3, pp. 518.

Gitoe A., Janmohammadi Hossein., Taghizadeh Akbar., Rafat Seyed Abbas. 2014. Effects of a multi-enzyme on performance and carcass characteristics of broiler chickens fed corn-soybean meal basal diets with different metabolizable energy levels. Journal of Applied Animal Research. 6 October 2014, 8p

Hada FH., Malheiros RD., Silva JDT., Marques RH., Gravena RA., Silva VK., Moraes VMB. 2013. Effect of protein, carbohydrate, lipid, and selenium levels on the performance, carcass yield, and blood changes in broilers. Revista Brasileira de Ciência Avícola. Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, v. 15, n. 4, p. 385-394.

Hodson L., Skeaff C.M. and Chisholm W-AH. 2001. The effect of replacing dietary saturated fat with polyunsaturated or monounsaturated fat on plasma lipids in free-living young adults.. European Journal of Clinical Nutrition 55: 908–915

Houshmand M., Azhar K., Zulkifli I., Bejo M. H., Kamyab. (a) 2011. A Effects of nonantibiotic feed additives on performance, nutrient retention, gut pH, and intestinal morphology of broilers fed different levels of energy. Journal of applied poultry research Volume: 20 Issue: 2 Pages: 121-128

Houshmand M., Azhar K., Zulkifli, I., Bejo M. H., Kamyab, A. (b) 2012. Effects of non-antibiotic feed additives on performance, immunity and intestinal morphology of broilers fed different levels of protein. South African Journal of Animal Science. Vol. 42 Issue 1, p22-32.

Huang J., Yang D., Wang T. 2007. Effects of replacing soy-oil with soy-lecithin on growth performance, nutrient utilization and serum parameters of broilers fed corn-based diets. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. Volume 20, Issue 12, Pages 1880-1886

Jurgens M. H., Bregendahl K., Coverdale J. A., Hansen S.L. 2012. *Animal Feeding y Nutrition*. Kendall Hunt. Undécima edición.

Jiménez P. I. y Henao U. F. 1987, Empleo de grasa animal (sebo) en raciones para pollos de engorda.

Jafarnejad S., Majid S. 2011. The effects of different levels of dietary protein, energy and using fat on the performance of broiler chicks at the end of the third weeks. *Poultry Science* Volume 5, Issue 1, Pages 35-40

Jafarnejad S., Farkhoy M., Sadegh, M., Bahonar A R. 2010. Effect of Crumble-Pellet and Mash Diets with Different Levels of Dietary Protein and Energy on the Performance of Broilers at the End of the Third Week. *Veterinary Medicine International*. p1-5.

Ketels E., De Groote G. 1989. Effect of ration of unsaturated to saturated fatty acids of the dietary lipid fraction on utilization and metabolizable energy of added fats in young chicks. *Poult Sci.* v.68, p. 1506-1512.,

Kim J.S., Kwon J.T., Harim L., Kim, J.H., Lee B.K., Zheng Lan, Konkuk Jung, M.S., Harim, An., 2012. Performance and Carcass Characteristics of Two Different Broiler Strains by Different Levels of Metabolizable Energy *Korean Journal of Poultry Science* . Volume: 39 Issue: 3 Pages: 195-205

Laudadio V., Dambrosio A., Normanno G., Khan R., Naz S., Rowghani E., Tufarelli V. 2012. Effect of reducing dietary protein level on performance responses and some microbiological aspects of broiler chickens under summer environmental conditions. *Avian Biology Research*. Vol. 5 (2), p88-92.

Laudadio, V., Passantino, L., Perillo, A., Lopresti, G., Passantino, A., Khan, R. U., Tufarelli, V. 2012. Productive performance and histological features of intestinal mucosa of broiler chickens fed different dietary protein levels. *Poultry science*. v. 91, no. 1

Mateo F., Itzá, Ortiz C., Coello C., Ávila G. E. 2008. Efecto de la fuente energética y el nivel de energía sobre la longitud de vellosidades intestinales, la respuesta inmune y el rendimiento productivo en pollos de engorda.

Mateos G.G., Rebollar P.G. y Mede P. 1996. Utilización de grasas y productos lípidos en alimentación de animales. Grasas puras y mezclas. Departamento de Producción Animal, Universidad Politécnica de Madrid.

Mandal, A.B., Panda, A.K., Elangovan, A.V., Deo, Chandra, Shrivastav, H.P. 2010. Effect of different dietary protein levels supplemented with limiting amino acids on the performance of broilers in extreme summer. *Indian Journal of Poultry Science* 45(3):283-286.

Manual de Suplemento de Nutrición del Pollo de Engorde ROOS (2009)

Miranda D., Vieira S., Favero A., Angel C., Stefanello C., Nogueira E. 2015. Performance and meat production of broiler chickens fed diets formulated at different crude protein levels supplemented or not with L-valine and L-isoleucine. *Animal Feed Science and Technology* Volume 2, 06, p: 39–47

Marcu A., Vacaru-Opriş, Ioan. Dumitrescu, G., Marcu A., Petculescu C., Liliana. Nicula M., Dronca D., Kelcirov B. 2013. Effect of Diets with Different Energy and Protein Levels on Breast Muscle Characteristics of Broiler Chickens. *Animal Science and Biotechnologies*. Vol. 46 Issue 1, p333-340. 8p.

Marcu, A., Vacaru-Opriş, Ioan. Marcu A., Nicula M., Dronca D. Kelcirov B. 2012. The Influence of Feed Energy and Protein Level on Meat Quality at „Hubbard F15“ Broiler Chickens. *Animal Science and Biotechnologies*., Vol. 45 Issue 2, p432-439.

Marcu A., Vacaru-Opriş, Ioan. Marcu A., Nicula M., Dronca D., Kelcirov B. 2012. Effect of Different Levels of Dietary Protein and Energy on the Growth and Slaughter Performance at „Hybro PN+“ Broiler Chickens. *Animal Science and Biotechnologies*. Vol. 45 Issue 2, p424-431.

Milošević, N., Veljić M., Stojčić M., Đukić Perić L., Bjedov S. 2013. Effect of lighting program and energy level in the ration on the slaughter traits of broilers. *Biotechnology in Animal Husbandry*; Vol. 29 Issue 4, p607-614, 8p

Monfaredi, A. Rezaei, M. Sayyahzadeh, H. 2011. Effect of supplemental fat in low energy diets on some blood parameters and carcass characteristics of broiler chicks. *South African Journal of Animal Science*. Vol. 41 Issue 1, p24-32.

Nagata A. K., Rodríguez P. B. Alvarenga R. R., Zangeronimo M. G., Donato D., Zanardo C. 2011. Carcass characteristics of broilers at 42 days receiving diets with phytase in different energy and crude protein levels. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 35, n. 3, p. 575-581,

Nunes J.O., Bertechini A.G., de Brito J.A.G., Makiyama L., Mesquita F.R., Nishio C.M. 2011. Evaluation of cysteamine associated with different energy patterns in diets for broiler chickens. *Revista Brasileira de Zootecnia-Brazilian Journal of Animal Science* Volume: 41 Issue: 8 Pages: 1956-1960 .

Oliveira W. P., Oliveira R. F., Donzele J. L., Oliveira N. A. R., Maia A P A. 2013. Dietary crude protein reduction on growth and carcass performance of 22 to 42-day-old broilers reared under different temperaturas. *Revista. Bras. Zootec.* Vol.42 no.8 Viçosa. p599 – 604

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (FAO). 2014. www.fao.org. Disponibilidad de piensos y nutrición de aves de corral en países en desarrollo. Consultado Febrero 2014.

Ortiz Itzá M. F.; López C. C., Ávila G. E., Gómez R. S., Velásquez M. 2008. Efecto de la fuente energética y el nivel de energía sobre la longitud de vellosidades intestinales, la respuesta inmune y el rendimiento productivo en pollos de engorda. *Veterinaria México.* Volumen 39 Número 4; pp. 357-376.

Osorio, H., & FI, J. D. (2011). De lipoproteínas de aves comerciales, *Biochemical differences in poultry lipoprotein metabolism*, (26), 88–98.

Plascencia J. A., Mendoza M., Vásquez P. C. y Richard Aver y Zinn. 2005 Factores que influyen en el valor nutricional de las grasas utilizadas en las dietas para bovinos de engorda en confinamiento. <http://www.scielo.org.ve/scielo>

Symeon G. K., Athanasiou A., Lykos N., Charismiadou M. A., Goliomytis M., Demiris N., Ayoutanti A., Simitzis P. E., Deligeorgis S. G. 2014. The Effects of Dietary Cinnamon (*Cinnamomum Zeylanicum*) Oil Supplementation on Broiler Feeding Behaviour, Growth Performance, Carcass Traits and Meat Quality Characteristics. *Annals of Animal Science*; Vol. 14 Issue 4, p883-895, 13p.

Santiago G. R., Cortés C. A., López C. C., Ávila G. E. 2011. Evaluación de tres programas de alimentación para pollos de engorda con base en dietas sorgo-soya con distintos porcentajes de proteína *Veterinaria México.* Vol. 42 (4). p299-309.

Tancharoenrat P., Ravindran, V. 2014. Influence of tallow and calcium concentrations on the performance and energy and nutrient utilization in broiler starters. *Poultry Science* Volume 93, Issue 6, Pages 1453-1462

Tancharoenrata P. Ravindrana V., Zaefariana F., Ravindran G . 2013. Influence of age on the apparent metabolisable energy and total tract apparent fat digestibility of different fat sources for broiler chickens, *Animal Feed Science and Technology* 186– 192

Toledo R S., Rostagno H S., Albino L F T., Vargas J J G., Carvalho D C. 2011. Crude protein level of pre-starter diets and nutritive solution for broilers. *Revista Brasileira. Zootecnia.* vol.40 no.10 Viçosa.

Tooci M., Shivazad N., Eila and Zarei A. 2009. Effect of dietary dilution of energy and nutrients during different growing periods on compensatory growth of Ross broilers *African Journal of Biotechnology* Vol. 8 (22), pp. 6470-6475.

Unión Nacional de Avicultores (UNA). 2013. <http://una.org.mx/2013/avicultura-mexicana.html>. Consultado en Noviembre de 2013.

Unión Nacional de Avicultores (UNA). 2014. <http://una.org.mx/2013/avicultura-mexicana.html>. Consultado en Octubre de 2014.

Ullah M.S., Pasha T.N., Ali Z., Saima. Khattak F.M., Hayat, Z. 2012. Effects of different pre-starter diets on broiler performance, gastro intestinal tract morphometry and carcass yield. *Journal of Animal and Plant Sciences* Volume: 22 Issue: 3 Pages: 570-575

Vieira S.L., Viola E.S., Berres J., Olmos A. R., Conde O.R.A., Almeida J.G. 2006. Performance of Broilers Fed Increased Levels Energy in the Pre-Starter Diet and on Subsequent Feeding Programs Having with Acidulated Soybean Soapstock Supplementation. *Brazilian Journal of Poultry Science.* Vol. 8 p 55 – 61

Wang X., Peebles E.D., Zhai W. 2014. Effects of protein source and nutrient density in the diets of male broilers from 8 to 21 days of age on their subsequent growth, blood constituents, and carcass compositions *Poultry Science* Volume: 93 Issue: 6 Pages: 1463-1474.

Wardlaw G.M. and Snook J.T. 1990 Effect of diets high in butter, corn oil, or high-oleic acid sunflower oil on serum lipids and apolipoproteins in men.. American Journal of Clinical Nutrition. 51: 815-821

Williams C.M., Francis-Knapper J.A., Webb D., Brookes C.A., Zampelas A., Tredger J.A., Wright J., Meijer G., Calder P.C., Yaqoob P., Roche H and Gibney M. J. 1999. Cholesterol reduction using manufactured foods high in monounsaturated fatty acids: a randomized crossover study. British Journal of Nutrition 81: 439–446

Yado P. R., Salinas C. J., Hernández H. F. 2003. Manual de procedimientos analíticos, Universidad Autónoma de Tamaulipas. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Dr. Norberto Treviño Zapata. Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal. Primera edición. Departamento de fomento editorial, Universidad Autónoma de Tamaulipas.

Yam D., Friedman J., Bott-Kanner G., Genin I., Shinitzky M. and Klainman E. 2002. Omega-3 fatty acids reduce hyperlipidaemia, hyperinsulinaemia and hypertension in cardiovascular patients.. Journal of Clinical and Basic Cardiology 5 (3): 229-231)

Zinn R. A. 1988. Comparative feeding value of supplemental fat in finishing diets for feedlot steers supplemented with and without monensin. J. Anim. Sci. 66: 213227.

Zhai W., Peebles E. D., Mejia L. Zumwalt C. D. Corzo A. 2014. Effects of dietary amino acid density and metabolizable energy level on the growth and meat yield of summer-reared broilers. Journal of Applied Poultry Research Volume: 23 Issue: 3 Pages: 501-515.

Zhao Li-hong, Qiu-gang M. A., Chen Xu-dong, HU Xin-xu, JI Cheng . 2008. Effects of Dietary Energy Levels and Lysine Levels on Performance and Carcass Characteristics in Arbor Acres Broilers. Chinese Journal of Animal Science. 44 (23): 35-40

Zorrilla F, 1993 Efecto de niveles de energía, lisina y proteína en dietas para pollos de engorda Veterinaria México.

10. Anexo

Método de sacrificio

Aturdimiento

Previo al sacrificio, se realizó el aturdimiento a fin de obtener un buen desangrado. Un aturdimiento correcto no mata sino que produce una taquicardia con un rápido efecto de bombeo de sangre al exterior una vez que se produce el corte del sacrificio en el pico o en el cuello. Se realizó por inmersión en un baño de agua por el que se hace pasar una corriente alterna sinusoidal (con una frecuencia de 50 Hz) de 50 V, durante 46 segundos/pollo. La corriente eléctrica fluye desde la cabeza a los ganchos, desencadenando un ataque de tipo epiléptico que provoca la insensibilización y estimula directamente la masa muscular.

Sacrificio

A continuación se produjo el sacrificio para que se desangrara y a la vez aumente la duración de la conservación. El mismo debe realizarse a no más de 10 segundos del momento del aturdimiento, a los 30 segundos aproximadamente el ave se recupera. El corte cervical dorso-lateral debe seccionar al menos la carótida externa y la yugular.

Desangrado

El desangrado del ave se produjo inmediatamente después de efectuado el sacrificio y la canal debe llegar con la menor sangre posible. Aproximadamente dura entre 1,5 a 3 minutos.

Escaldado

El fin del escaldado es ablandar las plumas para facilitar la terminación de las canales. Para ello se sumergió al ave en agua caliente en continuo movimiento durante un tiempo determinado. La temperatura normal de escaldado viene a ser de 50-52 °C, durante unos 2-2,5 minutos para las canales de consumo en fresco; si se han de congelar, conviene utilizar 52-55 °C. En ambos casos la piel conserva

el estrato córneo, por lo que tras el desplumado presenta un color y apariencia naturales.

Desplumado

Se utilizó una desplumadora con capacidad de 6 aves, la cual se encuentra provista de dedos de goma que giran a gran velocidad, golpean las canales y arrancan las plumas previamente ablandadas en el proceso anterior.

Evisceración

Consiste en la extracción de las vísceras para lograr una mejor y más larga conservación. Las mismas se clasifican en comestibles (hígado, riñón, corazón, molleja) y no comestibles (intestinos).

Separación de cada una de las diferentes partes de la canal

Con tijeras para corte de pollo se disecciono cada una de las partes del pollo iniciando por la pechuga, posterior a este corte, se realizó la separación de alas, contramuslo y muslo, separación de la grasa abdominal y visceral quedando al final la carcasa.

Análisis bromatológico

-Humedad: se utilizó el método oficial AOAC de secado al horno, para determinar humedad en carne.

La técnica se basa en la extracción de agua que contiene el alimento a una temperatura de 50 a 55°C hasta que el peso de la muestra alcance un peso constante (Yado et al, 2003).

Método:

-Se lava los recipientes con agua y detergentes y se enjuagan con agua destilada.

- Se prende el horno y se estabiliza a una temperatura de 50 a 55°C.
- Enfriar en un desecador una caja de Petri para evitar la hidratación (30 minutos).
- Se pesa la caja de Petri en la balanza analítica y se registra el peso.
- Inmediatamente añadir una cantidad de muestra de 10g o más.

La suma del peso exacto de la caja de Petri más los gramos de la muestra se tomaran como peso inicial.

- Colocar la caja de Petri en la estufa durante 24horas.
- Utilizando las pinzas largas retirar la caja con su contenido y colocarla en el desecador por 30 minutos.
- Utilizando pinzas largas toma la caja de Petri del desecador, pesar la caja en la balanza analítica registrándose como el peso final.

Cálculos

$$\% \text{ de Humedad parcial} = \frac{\text{Peso inicial}-\text{Peso final} \times 100}{\text{Peso final}}$$

$$\% \text{ de materia seca parcial} = 100 - \% \text{ de Humedad parcial}$$

-Proteína bruta: se utilizó el método oficial AOAC Kjeldahl que determina nitrógeno en carne.

Los compuestos orgánicos se distribuyen en dos grupos, nitrogenados y no nitrogenados, al primer grupo se le denomina proteína cruda pues corresponde en su mayor parte a compuestos nitrogenados de naturaleza proteica (prótidos), pero también se incluyen otros compuestos nitrogenados de naturaleza no proteica (lípidos) (Yado et al, 2003).

Método:

- Se pesa un gramo de muestra.
- Se deposita en un matraz kheldahl de 800ml.
- Se adicionan 3 g de mezcla catalítica.
- Se agregan 25ml de ácido sulfúrico concentrado, homogenizando la muestra agitando el matraz.

-Se coloca el matraz en el aparato digestor prentiendo las parrillas y el extractor de vapor.

-Se deja el matraz hasta que la muestra adquiera un color verde claro trasparente, se retira del calor y se dejan enfriar.

-Se agregan 250 ml de agua destilada, perlas de vidrio, granallas de zinc y 100 ml de hidróxido de sodio al 50%.

-Se coloca el matraz khendahl en el destilador y se deja bien tapado.

-En un matraz Erlenmeyer de 500 ml se colocan 50 ml de ácido bórico al 4% y se agregan 5 gotas de indicador (colorante).

-Se coloca el matraz Erlenmeyer para recibir el nitrógeno.

-Cuando la capacidad del matraz de Erlenmeyer llegue a 200 ml se retira y se titula con una solución de ácido sulfúrico decimo normal, hasta que cambie de color.

-Para calcular el porciento de elementos nitrogenados se utiliza la siguiente formula:

$$\% N = \frac{(\text{ml. de ácido gastado} - \text{testigo}) \times (\text{normalidad del ácido} \times .014 \times 100)}{\text{Gramos muestra}}$$

$$\% PC = \% N \times \text{Factor}$$

Factor: 6.25 para cualquier material, 5.7 en el trigo y subproductos y para leche y sus derivados 6.38

$$\% \text{ Proteína en base seca} = \frac{\% P. C. \times \text{Materia seca}}{100}$$

-Grasa: se utilizó el método oficial AOAC de extracción por solvente para grasa en carne (Método de Soxhlet).

El solvente al calentarse se volatiliza y al hacer contacto con una superficie fría se condensa continuamente y al pasar a través de la muestra arrastra consigo las sustancias solubles como son las grasas entre otros (Yado et al, 2003).

Método:

-Poner a peso constante un matraz de Soxhelt a una temperatura de 100 – 110°C durante una hora.

- Sacar el matraz y colocarlo en el desecador por 20 o 30 min.
- Se pesa el matraz.
- Se pesan 3 gramos de muestra (libre de humedad), y depositarla en un dedal de asbesto.
- Se agrega al matraz el solvente (hexano) hasta poco antes de la mitad y se conecta al extractor y condensador del aparato.
- Se encienden las parrillas, abrir la llave de agua conectada al condensador.
- La extracción tiene una duración de 4 horas, esto depende del tipo de muestra.
- Después de este tiempo apagar las parrillas, se desarma el equipo Soxhelt, vaciar el solvente que se encuentra en el porta refrigerante y destilar el resto del solvente.
- Cuando el matraz ya no tenga solvente colocarlo en el horno durante 1 hora.
- Se deja enfriar el matraz en un desecador y registrar el peso.

Calculo:

$$\% \text{ E.E} = \frac{\text{Gramos de extracto etéreo} \times 100}{\text{Gramos de muestra}}$$

-Cenizas: se utilizó el método oficial AOAC método en mufa directo de calcificación.

La materia seca, está compuesta de una porción susceptible de quemarse (materia orgánica combustible) y materia inorgánica, residuo que queda en forma de cenizas cuando se calcina la muestra.

Esta determinación se basa en someter la muestra de alimento a combustión entre 550 y 600 °C, donde la materia orgánica es oxidada y el residuo que se obtiene es el material mineral al que se le llama cenizas (Yado *et al*, 2003).

Método:

-Se coloca el crisol una hora en el horno de 100 a 110 °C para alcanzar un peso constante.

-Con las pinzas largas se toma el crisol y se coloca en el desecador para que se enfríe (10 a 15 min).

-Con las pinzas se vuelve a tomar el crisol y se coloca en la balanza analítica.

-Se registra el peso del crisol.

-Se agrega 1 gramo de muestra seca y molida.

-Se coloca el Crisol en la mufla donde permanecerá durante 2 horas a una temperatura de 600°C.

-Se extrae la muestra de la mufla con las pinzas largas y se coloca en el crisol en el desecador (20 a 30 min).

-Se toma el crisol con las pinzas largas y se coloca en la balanza analítica se pesa.

Cálculos:

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{\text{Peso final del crisol} - \text{Peso inicial del crisol} \times 100}{\text{Gramos de muestra}}$$