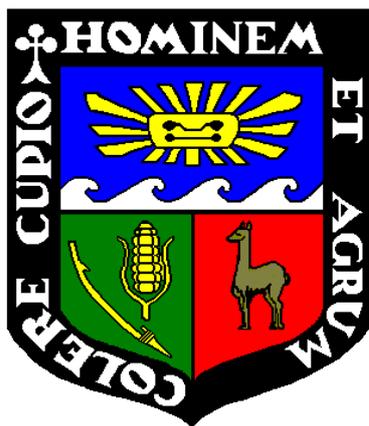


**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA  
MOLINA**

**FACULTAD DE ZOOTECNIA**

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE NUTRICIÓN**



**“EFECTO DE UN CONCENTRADO PROTEICO EN DIETAS DE  
PREINICIO SOBRE RESPUESTA PRODUCTIVA,  
INMUNOCOMPETENCIA Y METABOLISMO ENERGÉTICO DE  
POLLOS DE CARNE”**

presentado por:

**HEBERT ISRAEL VÁSQUEZ TORRES**

**TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO ZOOTECNISTA**

Lima – Perú

2016

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE ZOOTECNIA**

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE NUTRICIÓN**

**“EFECTO DE UN CONCENTRADO PROTEICO EN DIETAS DE  
PREINICIO SOBRE RESPUESTA PRODUCTIVA,  
INMUNOCOMPETENCIA Y METABOLISMO ENERGÉTICO DE  
POLLOS DE CARNE”**

Sustentada por

**HEBERT ISRAEL VÁSQUEZ TORRES**

Patrocinado por:

**Carlos Vilchez Perales, Ph.D.**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:

---

Ing. Víctor Vergara Rubín  
Presidente

---

Ing. Marcial Cumpa Gavidia  
Miembro

---

Ing. Pedro Ciriaco Castañeda  
Miembro

---

Dr. Carlos Vilchez Perales  
Patrocinador

## **DEDICATORIA**

**A mi familia, porque cada uno de ellos supo aportar un granito de arena para llegar a esta etapa de mi vida.**

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres, que con su apoyo y exigencia siempre estuvieron presentes en este proyecto.

Mis hermanos que son mi modelo a seguir y mis ganas de ser ejemplo.

A mi mejor amiga Kela, en la cual siempre encontré apoyo incondicional durante el desarrollo de la tesis.

A Tani, por su ayuda, quien fue una de las personas importantes para darle fin a este trabajo.

De igual manera al Doctor Carlos Vilchez, por su apoyo, consejos, preocupación y llamadas de atención que sirvieron para dar fin a esta tesis.

Gracias.

## INDICE GENERAL

	<b>Página</b>
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Modificaciones anatómicas y fisiológicas del tracto intestinal en las primeras semanas del pollo	3
2.1.1 Morfología intestinal en los primeros días	3
2.1.2 Modificaciones fisiológicas: Perfil enzimático y capacidad de absorción	4
2.2 Exigencias nutricionales del pollo en la fase de preinicio	5
2.3 Influencia de la alimentación temprana en el desarrollo muscular	8
2.4 Efecto de las dietas preinicio en pollos de carne	9
2.5 Crecimiento corporal – Crecimiento alométrico	11
2.6 Inmunocompetencia, características de los órganos linfoides	13
2.7 Metabolismo energético	15
2.8 Fuentes proteicas alternativas en la alimentación	21
III. MATERIALES Y MÉTODOS	24
3.1 Lugar y duración	24
3.2 Instalaciones	24
3.3 Instrumentos y equipos	24
3.4 Animales experimentales	25
3.5 Producto evaluado	25
3.6 Tratamientos	25
3.7 Programa de alimentación	26
3.8 Manejo Alimenticio	30
3.9 Mediciones	30
3.9.1 Peso vivo semanal y ganancia de peso	30

3.9.2 Consumo de alimento	30
3.9.3 Conversión alimenticia	31
3.9.4 Porcentaje de mortalidad	31
3.9.5 Índice de eficiencia productiva	31
3.9.6 Retribución económica	31
3.9.7 Crecimiento corporal	32
3.9.8 Composición corporal	33
3.9.9 Inmunocompetencia	34
3.9.10 Metabolismo energético	35
3.10 Diseño estadístico	35
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	36
4.1 Peso vivo y Ganancia de peso	36
4.2 Consumo de alimento semanal y acumulado	38
4.3 Conversión alimenticia	39
4.4 Mortalidad	39
4.5 Índices de eficiencia productiva	39
4.6 Retribución económica	40
4.7 Crecimiento corporal	42
4.8 Composición corporal	44
4.9 Inmunocompetencia	45
4.10 Metabolismo energético	46
V. CONCLUSIONES	48
VI. RECOMENDACIONES	49
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	50
VIII. ANEXOS	66

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>Página</b>
1. Comparativo entre harina de pescado y torta de soya	23
2. Valor nutricional del concentrado proteico	26
3. Composición porcentual y valor nutricional calculado de las dietas de Preinicio (1 – 10 días)	27
4. Composición porcentual y valor nutricional calculado de la dieta de Inicio (11 – 21 días)	28
5. Análisis químico proximal de las dietas experimentales utilizadas en el presente estudio (%).	29
6. Respuesta productiva de pollos de carne alimentados con dietas experimentales.	37
7. Ingestión de nutrientes durante el periodo experimental	38
8. Retribución económica del alimento	41
9. Efecto de un concentrado proteico sobre el comportamiento alométrico y Composición Corporal	43
10. Efecto de un concentrado proteico sobre las características linfoideas.	46
11. Efecto de un concentrado proteico sobre el metabolismo energético (grasa abdominal)	47

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figuras</b>	<b>Página</b>
1. Obtención de la carcasa, pechuga, intestinos, hígado, molleja, proventrículo y corazón.	33
2. Medición del peso absoluto de la pechuga.	34

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Número</b>	<b>Página</b>
1. Ficha técnica del concentrado proteico FMR $\Omega 3$ ®	67
2. Registro sobre los pesos vivos (Kg/pollo) por tratamiento con sus respectivas repeticiones.	70
3. Registro sobre las ganancias de peso (Kg/pollo) por tratamiento con sus respectivas repeticiones.	71
4. Registro sobre el consumo de alimento semanal (10 y 21 días) (Kg) para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.	72
5. Registro sobre el consumo de alimento (Kg) para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.	73
6. Registro de la conversión alimenticia semanal para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.	74
7. Registro de la conversión alimenticia acumulada para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.	75
8. Registro del índice de eficiencia productiva para cada tratamiento.	76
9. Precio de los ingredientes incluidos en las dietas experimentales.	77
10. Resultados del análisis químico del alimento.	78
11. Índices de correlación de las características de los órganos linfoides en pollos de carne.	79
12. Pesos y coeficientes de crecimiento alométrico.	80
13. Índice morfométrico de La Bursa.	82
14. Índice morfométrico del Bazo.	83
15. Vacunas recibidas en planta de incubación.	84

**“EFECTO DE UN CONCENTRADO PROTEICO EN DIETAS DE PREINICIO  
SOBRE RESPUESTA PRODUCTIVA, INMUNOCOMPETENCIA Y  
METABOLISMO ENERGÉTICO DE POLLOS DE CARNE”**

**RESUMEN**

El objetivo del presente estudio fue determinar los efectos de la inclusión de un concentrado proteico en dietas pre-inicio de pollos de carne (1-10 días de edad), sobre la respuesta productiva, inmunocompetencia y metabolismo energético hasta los 21 días. 120 pollos BB machos de 1 día de nacidos fueron distribuidos al azar en 20 grupos experimentales con 6 pollos cada uno. Durante los primeros 10 días, cada cinco grupos experimentales fueron alimentados con los siguientes tratamientos: T1, Dieta con maíz-torta de soya (control); T2, Dieta con 5% de harina de pescado; T3, Dieta con 5% de concentrado proteico y T4, Dieta con 5.416% de concentrado proteico. A partir del día 11 hasta el final del ensayo (día 21), todas las aves recibieron la misma dieta de inicio; todas las dietas fueron isoproteicas e isoenergéticas. Los indicadores productivos evaluados fueron ganancia de peso, consumo de alimento, mortalidad, conversión alimenticia, eficiencia europea, retribución económica del alimento, crecimiento corporal (a través de coeficientes de crecimiento alométrico), composición corporal (a través del peso absoluto y relativo de carcasa y pechuga), inmunocompetencia (a través del índice morfométrico de la Bursa) y metabolismo energético (a través del peso absoluto y relativo de la grasa abdominal). Los resultados del estudio demostraron que los tratamientos dietarios no tuvieron diferencia significativa ( $P>0.05$ ) entre ellos; al igual que la retribución económica del alimento y el índice de eficiencia productiva de las aves a los 21 días de edad. En conclusión, la inclusión del concentrado proteico en las dietas de pre-inicio nos hace obtener los mismos resultados que la harina de pescado en el comportamiento productivo de los pollos de carne, durante la etapa de pre-inicio y manteniendo hasta los 21 días.

Palabras clave: Concentrado proteico, pre inicio, crecimiento corporal, crecimiento alométrico, inmunocompetencia, metabolismo energético.

**"EFFECT OF A PROTEIN CONCENTRATE IN DIETS OF PRE-STARTER ON  
PRODUCTION RESPONSE, IMMUNOCOMPETENCE AND ENERGY  
METABOLISM OF MEAT CHICKENS"**

**ABSTRACT**

The objective of the present study was the effect of the inclusion of a protein concentrate (FMR) on pre-starter broiler diets (1 to 10 days of age), on productive response, immunocompetence and energy metabolism up to 21 days. 120 male BB day-old chickens were distributed in 20 experimental groups with 6 chickens each. During the first 10 days, every five experimental groups were fed the following treatments: T1, Diet with corn-soybean meal (control); T2, Diet with 5% fish meal; T3, Diet with 5% of FMR  $\Omega$ 3 ® and T4, Diet with 5.416% of FMR  $\Omega$ 3 ®. From day 11 until the end of the trial (day 21), all birds received the same starter diet; all diets were isoproteic and isoenergetic. The productive indicators evaluated were weight gain, feed consumption, mortality, feed conversion, European efficiency, economic retribution of food, body growth (through allometric growth coefficients), body composition through absolute and relative weight of carcass and breast), immunocompetence (through the morphometric index of Bursa) and energy metabolism (through absolute and relative weight of abdominal fat). The results of the study showed that the dietary treatments did not have significant difference ( $P > 0.05$ ) between them; like the economic retribution of the food and the index of productive efficiency of the birds in the 21 days of age. In conclusion, the inclusion of FMR in the pre-starter diets in the results obtained from the fish meal in the productive behavior of the meat broilers, during the pre-starter phase and keeping up to 21 days.

**Key words:** Protein concentrate, pre-starter, body growth, allometric growth, immunocompetence, energy metabolism.

## I. INTRODUCCION

El desarrollo acelerado de la industria avícola en estos últimos años, ha llevado a producir pollos de una manera más eficiente; observable o reflejado en la reducción gradual de la edad de venta de los pollos para el mercado. Esta disminución en el periodo de cría irá priorizando la alimentación en la primera semana de vida alcanzando mayor importancia en comparación con las semanas siguientes. Además se debe considerar que las líneas modernas de pollos son más susceptibles a problemas en desarrollo y crecimiento temprano dado el incremento en sus necesidades metabólicas.

La preocupación en materia de desarrollo temprano del pollo se ha visto reflejada por un mayor número de investigaciones, las cuales se centran en el incompleto desarrollo del sistema digestivo durante las primeras semanas entre los que se menciona: la actividad enzimática, la absorción de nutrientes y la utilización de aminoácidos, eventos que alcanzan niveles normales conforme aumenta la edad, y cuyo óptimo desarrollo es pieza clave para el crecimiento posterior del ave. Además, el maximizar el crecimiento del pollo durante los primeros días reflejado por el aumento de su peso corporal, podría mantenerse hasta la edad de mercado.

De modo que, el empleo de ingredientes altamente digeribles en las dietas de preinicio como estrategia nutricional, facilitaría la utilización de nutrientes durante la primera semana de vida de los pollos. De manera que la proteína al considerarse como uno de los nutrientes críticos en las raciones de aves, y cuya digestibilidad además de verse mermada por factores propios de la edad temprana del ave, también es afectada por el procesamiento al que se ve sometida la fuente proteica.

Teniendo esto en cuenta, una de las fuentes proteicas más usadas en etapas tempranas por su alta calidad y una grasa rica en ácidos grasos, omega-3, DHA y EPA, es la harina de pescado. Por desgracia, la harina de pescado tiene también sus desventajas como: la composición varía según el tipo de pescado, la zona de origen y la época del año; la calidad

de la harina de pescado depende de la frescura del pescado y del proceso de fabricación, estos detalles afectan significativamente a la calidad de la proteína; los niveles de minerales y ácidos grasos omega 3 varían de un lote a otro; por último, la harina de pescado ha sufrido variaciones extremas en el precio en los últimos años.

Por estas razones mencionadas, en el mercado se genera nuevas fuentes proteicas, como los concentrados proteicos de origen vegetal, con alta digestibilidad, buen perfil de aminoácidos y excelente calidad. Avalados por su método de obtención, y reflejándose en su alta disponibilidad. Para que los pollos de carne dentro de las fases tempranas (fase preinicio), asimilen una mayor cantidad de nutrientes la primera semana de vida y así logren mejores parámetros productivos al final de la campaña.

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de un concentrado proteico “FMR  $\Omega 3$ ”<sup>®</sup> (Fishmeal Replacer Omega 3) de origen vegetal en reemplazo de fuentes convencionales de proteína como la harina de pescado y torta de soya suministradas durante la fase de preinicio, sobre la respuesta productiva, crecimiento corporal (alometría), composición corporal, inmunocompetencia y metabolismo energético del pollo de carne a los 21 días.

## II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

### 2. 1. Modificaciones anatómicas y fisiológicas del tracto intestinal en las primeras semanas del pollo

#### 2.1.1 Morfología intestinal en los primeros días

Al nacimiento, los mecanismos de digestión y absorción están presentes pero aun no son completamente funcionales (Sell, 1996). Es así que las potenciales ineficiencias en el crecimiento temprano del tracto gastrointestinal, podrían limitar la máxima expresión fenotípica de las aves con potencial genético superior con las que se cuenta actualmente, no permitiendo así asegurar el suministro de nutrientes necesarios para la demanda posterior del crecimiento de diversos tejidos, como el musculo (Ravindran, 2003).

La alta prioridad del proceso de desarrollo del área gastrointestinal en el crecimiento del pollo, que según Lilburn (1998) no puede ser satisfecha plenamente solo por las reservas nutricionales del pollo BB, específicamente las del saco vitelino. Por lo que, Gomes (2007) menciona la importancia del alimento en esta etapa temprana del desarrollo del tracto gastrointestinal.

La velocidad de crecimiento del intestino delgado se ve reflejada en el aumento de su peso a un ritmo más acelerado que el peso del cuerpo y al de otros órganos como los pulmones, molleja y el páncreas (Uni *et al.*, 1999). Así, investigaciones realizadas por Uni *et al.*, (1998), Sklan y Noy (2000) sobre morfología intestinal, demostraron que la altura de las vellosidades alcanzo su máximo desarrollo el día 7 en el duodeno mientras que, en el yeyuno y el íleon a los 14 días. Asimismo, el número de criptas se incrementó rápidamente en el periodo de tiempo similar y alcanzo un pico entre las 48 y 72 horas después de la eclosión (Geyra *et al.*, 2001).

Amaral (2005) menciona que todos los cambios en la morfología intestinal después de la eclosión, incluyendo la diferenciación de los enterocitos, la definición de las criptas y el crecimiento de la superficie de absorción del intestino, son muy sensibles a modificaciones por la administración de suplementos nutricionales.

### **2.1.2 Modificaciones fisiológicas: Perfil enzimático y capacidad de absorción**

En el periodo inicial después de la eclosión, las aves jóvenes deben hacer la transición de la dependencia del metabolismo endógeno, provisto por la yema y rica en lípidos, al alimento exógeno rico en hidratos de carbono y proteínas. Sklan y Noy (2000) y Noy y Sklan (2001) mencionan dicha transición como requisito previo para un crecimiento rápido, el mismo que implica cambios drásticos en el tracto gastrointestinal que incluye secreción de enzimas digestivas y el inicio de la absorción de aminoácidos y hexosas.

Bigot *et al.*, (2001) refiere que al nacer las aves tienen un baja reserva de enzimas pancreáticas (tripsina, quimiotripsina, amilasa y lipasa) sintetizadas durante la vida embrionaria. La actividad de la amilasa pancreática es baja hasta el segundo día de edad posiblemente debido a la ausencia de hidratos de carbono en el saco vitelino. Incrementos en actividad de la tripsina y amilasa se evidenciaron solo después del consumo del alimento, encontrando a la vez correlaciones entre dichas actividades enzimáticas con el peso intestinal y corporal de las aves (Sklan y Noy, 2000).

Además de la actividad de las enzimas pancreáticas en el lumen intestinal, también ocurre una acción hidrolítica en el borde de las vellosidades, llevadas a cabo por las enzimas intestinales como las sacarasas-isomaltasas, peptidasas y fosfatasas (Maiorka *et al.*, 2006).

El desarrollo de la capacidad absorptiva está relacionado con el desarrollo de la mucosa intestinal, resultado de la hiperplasia celular que logra incrementar el peso del intestino, la superficie de absorción y subsecuentemente el sistema de

transporte activo a través de las membranas (Dibner *et al.*, 1998; Uni *et al.* 1999). Este sistema de transporte se vio influenciado positivamente según Sklan y Noy (2000) por el acceso temprano al alimento y negativamente por las dietas bajas en sodio al permitir solo niveles reducidos de absorción; razón por la cual este elemento jugaría un papel fundamental en la absorción intestinal en el periodo posterior a la eclosión.

Sklan y Noy (2000) atribuyen la escasa utilización de compuestos hidrófilos, en los primeros días del pollo a la presencia de yema hidrofóbica que inhibe la absorción de compuestos como la glucosa y metionina. Además, cuando las concentraciones lumbales de sodio son bajas, los sistemas de transporte empleados por estos nutrientes cotransporte y transporte activo (bomba sodio potasio) se ven afectados (Noy y Sklan, 1999; Sklan y Noy, 2000) normalizándose la absorción, tanto de glucosa como de metionina cuando las condiciones intestinales son las apropiadas entre las que se incluyen la presencia de actividad enzimática y nivel suficiente de sodio para la acción del co-transportador de la glucosa y los aminoácidos (Sklan y Noy, 2000). Por su parte Maiorka *et al.*, (2006), refieren que la digestibilidad de la proteína se incrementa de un 70% a 80% en el día 4 y recién alcanza un 90% en los días 10-14, digestibilidad que según Ravindran (2003) incluiría otros procesos relacionados y recientemente estudiados como la eficiencia de la absorción y sistemas de transporte empleados por subproductos de la digestión de proteínas.

## **2.2 Exigencias nutricionales del pollo en la fase de preinicio**

El intenso metabolismo característico de la primera semana, pese al aun no completo desarrollo anatómico y fisiológico puede promover cambios significativos en el desarrollo de las aves (tasa de crecimiento y eficiencia alimentaria), los mismos que están influenciados principalmente por el suministro de nutrientes durante este periodo (Siegel y Dunnington, 1998; Amaral, 2005). El crecimiento experimentado durante esta primera semana, llega a ser el mayor alcanzado por el pollo (aproximadamente 20% del total) siendo determinante en la performance general del

ave a la edad de mercado (Noy y Sklan, 2001; Stringhini *et al.*, 2003; Tavernari y Mendes, 2009). Razón por la cual los insumos contenidos en la dieta a suministrarse durante este lapso, deberían ser muy digestibles a fin de facilitar su aprovechamiento y responder eficazmente a las exigencias del ave.

Por ello, en los últimos 10 años el interés en investigaciones acerca de nutrición temprana ha aumentado. Como por ejemplo, trabajos que buscan estimar los requerimientos nutricionales en esta etapa específica del pollo (Rostagno *et al.*, 2005; FEDNA, 2008).

Uno de los nutrientes críticos en dietas de animales de alto rendimiento cárnico, aves de corral modernas, es la proteína tanto a nivel nutricional como a nivel económico, al ser uno de los nutrientes que mayores costos representa en la dieta (Han y Lee, 2000; McGill, 2009). Por ello, debido al carácter relevante de la proteína; las dietas preinicio deben cumplir con los niveles óptimos de este nutriente y la calidad de la misma, para satisfacer las necesidades de los pollos en sus primeros días, etapa crucial, por lo que Lilburn, (1998) menciona que estas dietas deben ser consideradas como una inversión, y no como un gasto, en la producción avícola.

Los niveles nutricionales en las dietas de preinicio empleados son un factor de gran importancia. Por ello, con respecto al nivel proteico este debería fluctuar entre 22-24% (Rocha *et al.*, 2003; Stringhini *et al.*, 2003). Por su parte Gondim (2003) señala que el nivel de proteína más adecuado para esta fase, no debe ser mayor a 22.5%.

El NRC (1994) recomienda que en un entorno de producción normal, los niveles de proteína en la dieta podría variar en una manera escalonada en principio a 23% al nacimiento y disminuyendo a 20 y 18% a los 21 y 42 días de edad, respectivamente. Así mismo Bigot *et al.*, (2003), menciona que el alimento de “arranque” en pollos, la concentración energética sea de 3200 Kcal/Kg y la proteica de 22 o 23%. Por su parte, Nascimento *et al.*, (2004) encontraron que los pollos de engorde alimentados con una dieta con una relación de energía/proteína de 125, o con una dieta que contiene 3.150 Kcal de energía metabolizable en el preinicio tuvieron una mejor conversión.

En cuanto al requerimiento de aminoácidos para pollos BB, pocos son los trabajos que se han llevado a cabo. Garcia y Batal (2005) mencionan que para pollos de engorde de 7 días de edad, el requerimiento de lisina es de 1.03 a 1.08%, mientras que para los aminoácidos azufrados totales fue de 0.91%.

Maiorka *et al.*, (2006) mencionan que dietas altas en proteína aumentaron la velocidad de absorción de aminoácidos en el intestino. Gilbert *et al.*, (2008) reportaron que la calidad de la fuente proteica de la dieta influye en la expresión de las proteínas transportadoras ubicadas en los enterocitos; hecho de gran importancia en el desarrollo de la capacidad absorptiva de los nutrientes suministrados por la dieta durante las primeras semanas de vida, así al emplear dos fuentes proteicas una de alta calidad (harina de soya) y la otra de baja calidad (harina de gluten de maíz), observaron que la harina de soya permitió una mayor expresión del PepT1 (péptido transportador de di o tri-peptidos, ubicado en el enterocito).

Por ello sustituciones porcentuales de la soya, insumo proteico principal empleado en la industria avícola, por otros insumos con efectos promisorios debido a sus procesos de elaboración permitiendo una mayor disponibilidad de nutrientes; al mejorar o potenciar la utilización de las fuentes proteicas de la dieta, constituiría una estrategia valedera en esta primera fase de alimentación del pollo. Un punto importante relacionado con la utilización de fuentes alternativas de proteínas en las dietas preinicio es que cuando sus aminoácidos están en exceso, se produce desaminación y el nitrógeno se excreta como ácido úrico; lo que implica el desperdicio de energía adicional para el ave, motivo que refuerza la importancia del conocimiento de la composición de aminoácidos y energía del ingrediente (Xavier *et al.*, 2011).

Así, han aparecido en el mercado harinas de pescado de alta calidad con más de un 68-70% de proteína cruda y procesadas a bajas temperaturas (FEDNA, 2003) e hidrolizados proteicos de pescado, donde estos últimos aparte de asegurar los niveles de proteína y balance de aminoácidos adecuados y característicos de una harina de pescado de alta calidad mencionan una baja o nula presencia de compuestos alergénicos como histaminas o aminas biogénicas (Barnes *et al.*, 2001) perjudiciales para los pollos en edades tempranas.

Dichas fuentes proteicas de alta digestibilidad y calidad, podrían actuar como agentes tróficos en el desarrollo gastrointestinal en las primeras semanas de vida del pollo, tal como Maiorka *et al.*, (2006) señalan algunos ingredientes que se pueden agregar a la dieta con el fin de estimular el desarrollo de la mucosa intestinal, acelerando el proceso mitótico en la región de la cripta-vellosidad, llamados agentes tróficos como algunos aminoácidos, ácidos grasos de cadena corta (acético, propiónico y butírico) y prebióticos.

### **2.3 Influencia de la alimentación temprana en el desarrollo muscular**

La genética que prevalece en los pollos de engorde, permite lograr un rápido crecimiento que puede maximizarse a través de una mayor atención nutricional en los primeros días de vida. Por lo que Bigot *et al.*, (2003) hacen referencia a la importancia de la disponibilidad temprana del alimento sobre la ganancia de peso, peso corporal y especialmente del peso del musculo pectoral.

El crecimiento muscular se encuentra relacionado con el proceso de desarrollo y maduración de las fibras musculares e hipertrofia muscular originado por células miogénicas precursoras llamadas células satélite, activadas muy tempranamente que son capaces de proliferar, diferenciarse y unirse a las fibras existentes o fusionarse con otras para nuevas fibras, actividad que se limita solo a los dos primeros días de edad (Gomes 2007; Horsey *et al.*, 2001).

Halevy *et al.*, (2000) mencionan que la masa muscular asociada al tórax puede llegar a duplicarse en el peso a los primeros cinco días después de la eclosión. Por su parte Bigot (2003) reporta que las ganancias de peso para los músculos pectorales y de las piernas para una semana de edad representaron un 6% y 2% del peso corporal respectivamente.

Mozdziak *et al.*, (2002b) y Halevy *et al.*, (2000) al estudiar el efecto específico del retraso en el acceso del alimento sobre el desarrollo muscular de pollos de engorde observaron un incremento de apoptosis en las células musculares de las aves

sometidas a ayuno. Respuestas que de acuerdo con Mozdziak, (2002a) podrían ser calificadas de cierta irreversibilidad incluso después de la ingesta del alimento.

#### **2.4 Efectos de las dietas preinicio en pollos de carne**

El uso de una dieta de preinicio antes de la alimentación de inicio es muy necesario, ya que permitiría conseguir el objetivo de aumentar la tasa de crecimiento de los pollos durante la fase inicial de su vida productiva la cual es fundamental para el logro de resultados óptimos de producción (Saki, 2005; Teimouri *et al.*, 2005).

Rynsburger (2009) menciona que el crecimiento inicial será más rápido (o más uniforme) si el pollo recibe los nutrientes adecuados durante este periodo inicial después de la eclosión, mejorando la productividad posterior traduciéndose en un mayor peso para la edad de sacrificio. Leeson (2008) señala que por cada gramo de peso adicional a los 7 días de edad puede llegar a plasmarse en 5 g de peso adicional a los 49 días.

Leeson (2006) menciona que existen dos tipos de dietas preinicio empleadas en pollos de engorde, la primera consiste en emplear niveles mayores en 10 a 15% que los niveles normales de nutrientes, mientras que la segunda sería utilizar ingredientes más digestibles. Tal incremento porcentual debería ser suficiente para corregir cualquier deficiencia en digestibilidad, alcanzar el nivel de energía requerido y lograr la utilización óptima de los aminoácidos, pero un problema potencial con este enfoque es que los nutrientes óptimamente no dirigidos serán fuente de energía para el crecimiento microbiano excesivo.

A pesar de que las dietas de soya y maíz son consideradas como ideales para aves, existe evidencia de que la digestibilidad son sub óptimas para el pollo bb. La inclusión de ingredientes alternativos a las dietas preinicio, las hace relativamente costosas, debido a que son más caras por unidad de nutrientes disponibles que las dietas normalmente empleadas de maíz y soya.

Por ello, Leeson, (2008) menciona que al emplear estos ingredientes alternativos es posible alcanzar 200 g de peso corporal a los 7 días, en comparación con 160 a 170 g con dietas convencionales de maíz y soya. Esta mejoría en la tasa de crecimiento temprano permitiría lograr un ave más pesada en las edades posteriores.

Anteriormente, los programas de alimentación de pollos de engorde por lo general solo incluían una dieta inicial hasta los 21 días de edad. Pero investigaciones realizadas en los últimos años para determinar los requisitos nutricionales de los pollos de engorde en su primera semana de edad, dieron paso a promover el uso de la dieta preinicial conteniendo niveles nutricionales específicos para este periodo. Sakomura *et al.*, (2002) al evaluar el uso de dietas de preinicio y su efecto sobre el rendimiento de pollos de engorde hasta los 21 días de edad, obtuvieron un mejor desempeño al utilizar la dieta preinicio en el periodo comprendido de 1 a 7 días que aquel logrado con solo proporcionar una dieta de inicio para ese mismo periodo.

El adecuar los requerimientos nutricionales a las diferentes fases del periodo de crecimiento temprano del pollo resulta crítico pero necesario a fin de lograr una óptima performance productiva. Es así que, Tolimir *et al.*, (2010), reportaron una mejor conversión alimentaria en aquellos tratamientos, que poseyeron un mayor número de dietas (dietas multifase) y que además contenían los requerimientos proteicos adecuados según la fase de crecimiento del pollo en los primeros 21 días, en contraste a lo observado con solo emplear 2 dietas para este mismo periodo.

De manera similar, Araújo *et al.*, (1999) observaron mejores resultados en peso corporal y ganancia de peso para un periodo de 1 a 42 días, al aplicar una dieta de preinicio entre los días 1-10, en contraste con aquellas aves alimentadas con la misma dieta durante los primeros 7 días y con aquellas aves que recibieron solo una dieta inicial de 1-21 días siendo estas últimas las que peores resultados mostraron.

Gomes (2007) al evaluar el efecto del tiempo de suministro de la dieta de preinicio (0, 1-7, 1-10, y 1 a 14 días) sobre la histomorfométricas duodenal (altura y grosor de la vellosidades, profundidad de cripta), observó que el suministro del alimento preinicio por un periodo de 7 a 14 días mostro mejores características

histomorfométricas, las mismas que se reflejaron en el mejor peso vivo, ganancia de peso y menor consumo de alimento.

Leeson (2008) menciona un trabajo en el que los pollos machos fueron 34% más pesados cuando fueron alimentados con un alimento preinicio altamente digestible que cuando fueron alimentados con un alimento inicio estándar (maíz - soya) durante los primeros 4 días. Además, precisa que la ventaja de utilizar el preinicio disminuye con la edad, pero aun así las aves fueron significativamente más pesadas (2.67 Kg) a los 42 días que aquellas aves alimentadas con la dieta de inicio convencional (2.45 Kg).

Las investigaciones indican que la formulación de programas de preinicio que contienen ingredientes especializados altamente digestibles como la proteína de soya, harina de gluten, productos a base de glucosa, componentes de la leche y azúcares simples como la glucosa o dextrosa (Rutz *et al.*, 2004) no sólo mejoran el desarrollo gastrointestinal, la función inmune, la tasa de crecimiento y la eficiencia de conversión del alimento sino también la rentabilidad general en comparación con las formulaciones convencionales de la dieta.

Desde el punto de vista comercial, el uso de una dieta especializada de preinicio que compatibilice la calidad de los ingredientes alimenticios y los niveles nutricionales con el desarrollo fisiológico del intestino, este resultara en un costo ligeramente mayor. Sin embargo, al considerar la baja tasa de consumo de esta dieta preinicio (200 gramos / ave en los primeros 7 días), el impacto sobre el costo total de producción será mínimo.

## **2.5 Crecimiento corporal – crecimiento alométrico**

Para valorar cual es el desarrollo del crecimiento corporal de un animal existen diferentes sistemas, uno de ellos es el Sistema matemático. Este sistema se basa en relacionar el desarrollo total del animal con el desarrollo de cada parte de este.

Podemos entonces relacionar los crecimientos de los distintos órganos y establecer dos conceptos.

### **Isometría**

Es el aumento del tamaño del animal que se produce en los diferentes órganos o tejidos del animal en la misma proporción.

### **Alometría**

Son los cambios que se producen en determinadas partes del organismo pero que se producen en diferente proporción a la generalidad de todos los órganos que lo configuran. (Gayon, 2000).

El primer autor que se ocupó de estudiar el crecimiento y desarrollo desde un punto de vista zootécnico fue Hammond en 1960, estudiando no sólo el aumento de peso o volumen. Sino también los cambios de forma que se van produciendo a medida que los animales crecen. El crecimiento se puede definir como el aumento irreversible de volumen o peso, Hammond lo define como “el aumento de peso del animal hasta que alcanza el tamaño adulto”. En tanto que el desarrollo conlleva cambios de forma y la adquisición de nuevas funciones. El desarrollo es la “modificación de la conformación corporal del animal, en tanto que sus diversas funciones y facultades alcanzan la plenitud” (Hammond, 1960). Por tanto, el crecimiento es meramente cuantitativo, mientras que el desarrollo es un proceso cualitativo y cuantitativo.

El crecimiento alométrico indica la proporción en que crece un órgano con relación al peso corporal total, desde un momento determinado hasta cierta edad en particular. Se establece una relación entre el crecimiento del organismo (PC) y el crecimiento de un órgano o tejido (PO), esta relación es el coeficiente de alometría; dicho coeficiente tiene tres acepciones:

$$CCA = (PO_b / PO_a) / (PC_b / PC_a)$$

Dónde: a: día de nacimiento, b: día tras eclosión.

a. Isometría:  $CCA = 1$  PO es paralela a PC

Cuando  $CCA=1$  se habla de isometría o crecimiento isogónico, lo que significa que el órgano o tejido estudiado crece en la misma proporción que el peso del cuerpo (Frayse, 1990).

b. Alometría +:  $CCA > 1$  PO crece más rápido PO

Cuando  $CCA > 1$  se habla de alometría positiva porque el órgano o tejido estudiado adquiere con el tiempo una mayor importancia relativa (Frayse, 1990).

c. Alometría -:  $CCA < 1$  PO crece menos rápido que PC

Cuando  $CCA < 1$  se habla de alometría negativa y por lo tanto el órgano estudiado tiene un crecimiento más lento que el resto del organismo (Frayse, 1990).

El coeficiente de alometría es variable con la edad del individuo así, cada parte del organismo puede tener unos valores según la edad y peso vivo del animal.

La velocidad de crecimiento de las distintas regiones es diferente en función del tiempo, así podemos establecer un orden de desarrollo de los tejidos a lo largo del tiempo, son las denominadas “curvas de desarrollo de los tejidos de Hammond” que siguen un orden preestablecido. (Hammond, 1960).

## **2.6 Inmunocompetencia, características de los órganos linfoides**

En las aves la inmunodepresión es un síndrome clínico que consiste en la disminución de células linfoides, disfunción del sistema inmune que afecta la capacidad del ave de sintetizar anticuerpos y sustancias humorales alterando, en consecuencia, la capacidad de ofrecer resistencia a las enfermedades, comprometiendo el comportamiento productivo de la parvada (Perozo-Marín *et al*, 2004).

Esta condición puede ser inducida por diferentes factores no infecciosos como drogas, antibióticos, temperatura ambiental, estrés en general, micotoxinas, estado nutricional, o factores infecciosos como virus o toxinas bacterianas. Se ha observado que las líneas genéticas de aves con órganos linfoides de mayor tamaño responden mejor a los desafíos que las líneas de aves con órganos linfoides de menor tamaño (Li *et al*, 2001). Asimismo, se ha determinado que el estado nutricional guarda una estrecha relación con la inmunocompetencia de las aves. Al respecto, un experimento diseñado para determinar la influencia de la concentración de arginina en la dieta sobre el desarrollo de los tejidos linfoides, demostró que las dietas pobres en este

aminoácido afectan el desarrollo de los órganos linfoides, desencadenando estados inmunodepresivos en las aves (Kwak *et al*, 1999).

Los criterios de evaluación de la capacidad de defensa del sistema inmune son complementarios entre sí. La evaluación clínica indicando la severidad y frecuencia de los procesos infecciosos, es un buen indicador del estado inmunológico de la parvada, así como la evaluación macroscópica, que consiste en determinar el tamaño, peso, y apariencia de los órganos linfoides. Otros indicadores de gran relevancia para conocer la inmunocompetencia de las aves son la evaluación microscópica de los órganos linfoides y la respuesta serológica a las vacunaciones (Perozo-Marín *et al*, 2004).

Los métodos macroscópicos más utilizados son: evaluación del timo, bursa y medula ósea en distintas edades críticas; comparación entre el tamaño de la bursa y el bazo, siendo el tamaño de la bursa mayor que el del bazo hasta el día 30 o 35 de edad; relación entre el peso de los órganos linfoides y el peso corporal; y relación entre los pesos de los órganos linfoides (Pulido *et al*, 2001; Perozo-Marín *et al*, 2004).

Existe una alta correlación entre las variables relacionadas a los órganos linfoides, tal como se muestra en el anexo XI. Los mayores índices de correlación se presentan entre el peso corporal y los pesos del timo y el bazo (0.87 a 0.99 y 0.89 a 0.99, respectivamente), y estos órganos mantienen constante su crecimiento en relación a la evolución del peso del ave. Similar correlación se observa entre el peso del timo y el peso del bazo (0.77 a 0.98), y entre el peso de la bursa y el diámetro de la bursa (0.93). Algunos autores reportan menores pero aún significativos índices de correlación entre peso vivo y el peso de la bursa (0.64 a 0.92) o entre el peso de la bursa y los pesos del timo y el bazo (0.62 a 0.87 y 0.61 a 0.83, respectivamente), debido principalmente al menor desarrollo de la bursa a partir de la cuarta semana de edad (Hernández, 1998; Ulloa *et al*, 1999; Perozo-Marín *et al*, 2004). Dichas correlaciones son particularmente evidentes en animales jóvenes en los cuales el sistema inmunológico se halla en plena etapa de desarrollo y maduración (Giambrone and Diener, 1990). Posteriormente, cuanto más tiempo el ave conserve la bolsa de Fabricio intacta, la inmunosupresión será menor (Siegel, 1990; citado por Sandoval *et al*, 2002).

La alta correlación entre el peso de los órganos linfoides y el peso corporal permite emplear índices relativos y estimar con mayor precisión la incidencia de aquellos factores que actúan sobre el tejido linfoide (Sandoval *et al*, 2002). Se ha establecido que valores muy bajos del índice morfométrico bursal pueden indicar atrofia por regresión, e inmunosupresión (Kuney *et al*, 1981; Sandoval *et al*, 2002).

En las aves sometidas a estrés se produce una liberación sistémica de glucocorticoides y catecolaminas, sustancias que afectan la respuesta inmune generando la involución de los tejidos linfoides, evidente en la respuesta inmune humoral y celular. Desde este punto de vista, se ha establecido que la pérdida de peso asociada a la atrofia y regresión de los órganos linfoides representan un indicador sensible del estrés en las aves (Dohms and Saif, 1984), siendo el tamaño del timo un indicador del estado de salud del ave y de la respuesta aguda o crónica a situaciones de estrés (Mostl and Palme, 2002). Puvadolpirod and Thaxton (2000) observaron que el peso relativo no solo del timo sino además del bazo y bursa disminuyó como consecuencia de la exposición de las aves a factores estresantes.

Pulido *et al*. (2001) consideran que la relación entre el tamaño de la bursa y el bazo (bursa/bazo) representa una lectura física de la capacidad de respuesta inmune en pollos de engorde, y esta variable como indicador de la inmunocompetencia de aves vacunadas contra la enfermedad de Gumboro, en una zona caracterizada por la condición endémica de la enfermedad, reportando que índices superiores a 2 pueden ser considerados como propios de una adecuada inmunocompetencia.

Por otro lado, las características de los órganos Linfoides guardan relación también con el nivel de desafío y/o estado sanitario de las aves. Al respecto, Deshmukh *et al*. (2007) reportaron que cuando las aves son sometidas a un desafío por *Salmonella gallinarum* se produce hiperplasia del bazo.

## **2.7 Metabolismo energético**

En especies aviares, la mayoría de los ácidos grasos se sintetizan en el hígado y se transportan a través de las lipoproteínas de baja densidad o quilomicrones para el almacenamiento en los tejidos adiposos en forma de triglicéridos (Hermier, 1997).

El tejido de grasa abdominal es crucial en aves de corral debido a que crece más rápido en comparación con otros tejidos de grasa (Butterwith, 1989). La almohadilla de grasa abdominal es un parámetro fiable para juzgar el contenido total de grasa corporal, ya que está vinculado directamente al contenido total de grasa corporal en especies de aves (Becker *et al*, 1979; Thomas *et al.*, 1983).

Los factores nutricionales pueden regular la deposición de grasa corporal. En general, se acepta que la inhibición de la absorción de grasa de la dieta y síntesis de ácidos grasos, y/o la promoción de la  $\beta$ -oxidación de ácidos grasos reduce la deposición de grasa abdominal disminuyendo el tamaño y/o el número de células adiposas abdominales. Los factores nutricionales pueden: reducir la síntesis de ácidos grasos en el hígado (el sitio crucial para la síntesis de ácidos grasos); suprimir la secreción de la lipasa pancreática, lo que reduce la absorción de grasa; aumentar la  $\beta$ -oxidación de los ácidos grasos en los músculos; inhibir la actividad de la lipoproteína lipasa en la sangre o tejido adiposo abdominal; y/o mejorar la actividad de la lipasa sensible a hormonas en el tejido adiposo abdominal, lo que finalmente conduce a una reducción en el tejido adiposo abdominal disminuyendo el tamaño y/o el número de células adiposas abdominales.

### **Nutrientes responsables en la deposición de grasa abdominal**

#### **Energía**

En las especies de aves, el nivel de energía de la dieta se puede utilizar para reducir el costo del alimento por unidad de producto avícola a través de sus efectos sobre el consumo de alimento y conversión alimenticia, por lo que es uno de los factores más importantes que se pueden modificar para reducir la deposición de grasa corporal.

Kassim y Suwanpradit (1996) mostraron que la reducción del nivel de energía a partir de 3200 a 3000 kcal/kg en los pollos de engorde 21-42 días de edad redujo significativamente el porcentaje de grasa abdominal y total de la deposición de grasa corporal, sin efectos negativos sobre la ganancia media diaria, el consumo de alimento, o porcentaje de canal.

Rabie y Szilagyi (1998) también encontraron que la deposición de grasa abdominal se redujo significativamente al disminuir el nivel de energía de la dieta de 3227 a

3059 kcal/kg en pollos de engorde 18-53 días de edad no tuvo un impacto significativo sobre el peso vivo final, rendimiento de la canal, o carne de la pechuga.

Resultados similares fueron reportados por Fan *et al.* (2008), quienes encontraron que los porcentajes de los músculos de la pierna y el pecho no cambiaron, mientras que el peso de la grasa abdominal en relación con el peso vivo se redujo significativamente al disminuir el nivel de energía alimentaria desde 2900 a 2700 kcal/kg en patos de 14-42 días de edad. Además, Xie *et al.*, (2010) mostraron que la alimentación de patitos desde el nacimiento hasta 21 días de edad con una dieta que contenía 2747 kcal/kg llevado a una reducción significativa en el contenido de grasa abdominal (porcentaje de peso en vivo) sin ninguna reducción significativa en la carne de la pechuga o la pierna en comparación con una dieta que contiene 3045 kcal/kg.

Reduciendo el nivel de energía de la dieta se conduce a una reducción en total deposición de grasa corporal al disminuir los niveles de actividad de un número de enzimas ligadas a la lipogénesis hepática, incluyendo nicotinamida adenina dinucleótido fosfato malato deshidrogenasa ( $\text{NADP}^+$ ), glucosa-6-fosfato deshidrogenasa (G-6-PDH), 6 - fosfogluconato deshidrogenasa, y la ácido graso sintasa (FAS) en los pollos (Tanaka *et al.*, 1983).

El FAS es una enzima crucial en la vía de la lipogénesis en el hígado de pollos. La capacidad de los pollos para sintetizar los depósitos de ácidos grasos en el cuerpo se determina por la actividad de FAS en el hígado (Back *et al.*, 1986).

### **Proteína**

La proteína es el componente más costoso de las dietas de aves de corral. El aumento de contenido de proteínas de la dieta mejora la ganancia media diaria, rendimiento de la canal y calidad de la canal al aumentar el contenido de proteínas, mientras que la reducción ocasiona la deposición de grasa corporal.

Kassim y Suwanpradit (1996) encontraron que reducir el nivel de proteínas de la dieta del 23% al 20% de proteína bruta (CP) durante la fase de arranque, y de 20% a 18% CP durante la fase de acabado, condujo a un aumento significativo en el

contenido de la grasa abdominal. En una comparación entre dietas de pollos de engorde, bajas en proteínas y niveles normales en proteínas, Collin *et al.* (2003) encontraron que las dietas bajas en proteínas causaron un aumento significativo en el porcentaje de contenido de grasa abdominal. Yalçin *et al.*, (2010) también encontraron que la alimentación de pollos de engorde dietas con 19.2%, 16.6% y 15.5% de PC (baja en proteínas) condujeron a un aumento de la deposición de grasa total de la canal en comparación con los pollos alimentados con dietas que contenían 22.9%, 19.9% y 18.2% de PC (el estándar recomendado por el NRC (1994)) en las fases de inicio, crecimiento, y acabado, respectivamente. El aumento de nivel de proteínas de la dieta en las dietas de pollos de engorde a 26.6%, 23.5% y 20.7% en las fases de inicio, crecimiento, y acabado llevo a una reducción en total deposición de grasa de la canal en comparación con las dietas formuladas según NRC (1994) (Yalçin *et al.*, 2010).

Por otra parte, Jlali *et al.* (2012) encontraron que el aumento de nivel de CP en la dieta del 17% al 23% en pollos de engorde de grasa y magra 21-63 días de edad causó una reducción significativa en la deposición de grasa abdominal.

Por lo tanto, el contenido de proteínas de la dieta debe desempeñar un papel directo o indirecto en la regulación del metabolismo de los lípidos. Sin embargo, Adams y Davis (2001) y Rosebrough *et al.*, (2002) encontraron que la reducción en la dieta de contenido de CP aumenta la expresión del ARN mensajero (ARNm) de la enzima málica y eleva la actividad de la enzima málica en el hígado de pollos de engorde en comparación con el control, mientras que el aumento de contenido de proteína dietética CP disminuye la expresión del ARN mensajero (ARNm) de la enzima málica y la disminución de la actividad de la enzima málica en el hígado de pollos de engorde en comparación con los controles.

Choi *et al.* (2006) también mostró que aumentar el contenido de proteínas de la dieta causó una reducción significativa en la expresión del ARNm de la ácido graso sintasa (FAS) en el hígado de pollos de engorde en comparación con los controles. Además, Rosebrough *et al.* (2008; 2011) encontraron que la alimentación de los pollos con una dieta que contiene un alto nivel de CP suprimió la expresión del ARNm de la

enzima málico hepática, acetil coenzima carboxilasa (ACC), y FAS en una comparación de dietas con baja y alta proteínas.

### **Tipos de grasa**

Las grasas y aceites se utilizan en formulaciones de dieta de aves de corral para mejorar la palatabilidad de la dieta, la absorción de vitaminas liposolubles, y para regular la tasa de paso de la digestión en el tracto gastrointestinal. También son las fuentes más concentradas de energía (Baião y Lara, 2005).

En especies aviares, la cantidad de grasa que se acumula en el cuerpo depende del sustrato de lípidos en plasma disponible, que se origina a partir de la dieta o la lipogénesis en el hígado (Hermier, 1997). Por lo tanto, las fuentes de lípidos en dietas de aves de corral pueden afectar su deposición total de grasa corporal.

Sanz *et al.* (1999; 2000a) observaron que una dieta que contiene sebo o manteca (grasa saturada) logra el mismo rendimiento de crecimiento como una dieta que contenía aceite de girasol (grasas insaturadas), mientras que el contenido de grasa abdominal fue significativamente menor en los pollos alimentados con dietas que contienen aceite de girasol . La evidencia experimental indica que la inclusión en la dieta de aceite de girasol fue eficaz para reducir la deposición total de grasa corporal en comparación con una dieta que contiene sebo, pero esto plantea la cuestión de por qué la inclusión de grasas insaturadas en la dieta de los pollos de engorde condujo a una menor acumulación de grasa corporal en comparación con la inclusión de grasas saturadas.

Sin embargo, Sanz *et al.* (2000b) encontró que la inclusión de aceite de girasol en la dieta de los pollos de engorde condujo a una reducción significativa en el porcentaje de grasa abdominal mediante la inhibición de la actividad de FAS en el hígado y la mejora de las actividades de la carnitina palmitoil transferasa I (CPT I) y CoA-3-hidroxiacil deshidrogenasa (L3HOAD) en el corazón en comparación con la inclusión de sebo en la dieta. Por lo tanto, las grasas insaturadas reducen la deposición de grasa abdominal y la grasa corporal total a través de este mecanismo, en contraste con las grasas saturadas.

Sin embargo, la siguiente pregunta era si todas las grasas insaturadas reducen la deposición de grasa abdominal en los pollos de engorde. Por lo tanto, Crespo y Esteve-Garcia (2001; 2002a) alimentaron a pollos con dietas suplementadas con sebo (una fuente rica de ácidos grasos saturados), aceite de oliva (una fuente rica de ácidos grasos monoinsaturados), aceite de girasol (una fuente rica de ácidos grasos poliinsaturados tipo n-6) y aceite de linaza (una fuente rica de ácidos grasos poliinsaturados de tipo n-3). Se informó que los pollos alimentados con dietas suplementadas con aceites de girasol o de linaza tuvieron una significativa reducción en el porcentaje de grasa abdominal y otros depósitos de grasa, incluyendo mesentérica y el cuello de grasa, en comparación con los pollos alimentados con dietas suplementadas con sebo o aceite de oliva. De acuerdo con los resultados de Sanz *et al.* (2000b), la inclusión de aceite de girasol en la dieta de los pollos de engorde que promueve la oxidación de ácidos grasos y la síntesis de ácidos grasos deprimido, por lo que el porcentaje de grasa abdominal se redujo significativamente.

El aceite de linaza es una fuente de ácidos grasos poliinsaturados de tipo n-3 mientras que el aceite de girasol contiene ácidos grasos poliinsaturados de tipo n-6. Por lo tanto, el aceite de linaza podría haber reducido la grasa total del cuerpo a través del mismo mecanismo que el aceite de girasol o de otros mecanismos. Sin embargo, Crespo y Esteve-Garcia (2002b) encontró que la inclusión de aceite de linaza en las dietas de pollos de engorde condujo a una reducción significativa en el porcentaje de grasa abdominal y un aumento significativo en la síntesis de ácidos grasos en comparación con sebo o aceite de girasol, el aceite de linaza así puede reducir el porcentaje de grasa abdominal mediante la elevación de la  $\beta$ -oxidación de ácidos grasos.

Un resultado similar fue reportado por Newman *et al.*, (2002) quien encontró que, en comparación con la adición de sebo, la adición de girasol o aceite de pescado en las dietas de pollos de engorde 21-56 días de edad redujeron la deposición de grasa abdominal, se aumentó el consumo de oxígeno, y la disminución de la tasa de consumo de oxígeno con respecto a la tasa de producción de dióxido de carbono, que mostraron que los ácidos grasos poliinsaturados activan la  $\beta$ -oxidación de ácido graso.

Además, Ferrini *et al.* (2010) reportó que, en comparación con los alimentados con dietas que contienen sebo, la actividad de L3HOAD aumentó significativamente mientras que las actividades de la malato deshidrogenasa (MDH) y la glucosa-6-fosfato deshidrogenasa (G-6-PDH), (enzimas lipogénicas), no cambió en pollos alimentados con dietas que contienen aceite de linaza. Esto demostró que el aceite de linaza reduce la deposición de grasa abdominal mediante la promoción de la  $\beta$ -oxidación de ácidos grasos, en lugar de suprimir la biosíntesis de ácidos grasos.

## **2.8 Fuentes proteicas alternativas en la alimentación**

Los concentrados proteicos de la soya se dividen en dos categorías; “concentrados” con un contenido en proteína entre el 52 y el 65%, y “aislados” que contienen aproximadamente un 85-90% de proteína.

Los concentrados de soya se obtienen mediante procesos basados bien en la extracción o bien en la fermentación. En el primer caso la proteína se extrae con agua y etanol, reduciéndose su contenido en oligosacáridos (rafinosa 0.5%; estaquiosa 0.7%) y en otros factores antinutritivos. El proceso de fermentación consiste en aplicar enzimas de procedencia fúngica, bacteriana o una mezcla de las mismas a la harina de soya previamente descascarillada (FEDNA, 2015).

Los aislados de proteína de soya concentran aún más la proteína (> 90%) y se obtienen tras tratamiento alcalino y precipitación ácida de la proteína, ajustando el pH del extracto al punto isoelectrico de las mismas.

Varias fuentes alternativas, incluyendo harina de gluten de maíz (CGM), harina de soya (SBM), y concentrados vegetales modificados se han desarrollado para reemplazar la harina de pescado, ya sea parcial o completamente, y han sido rentable aplicado a las dietas de diversas especies animales (Regost *et al.*, 1999; Mikulec *et al.*, 2004).

Entre otras fuentes, tenemos la harina de soya fermentada (FSBM) la cual se ha producido a partir de harina de soya (SBM) a través de un proceso de fermentación microbiana. En comparación con SBM, se informó que la FSBM tiene una mayor

concentración de péptidos de menor tamaño, mayores contenidos de proteínas y composición de aminoácidos disponibles, mayor digestibilidad de proteínas, menos factores antinutricionales y por tanto un valor nutricional mejorado en general (Hong *et al.*, 2004; Ilyas *et al.*, 1995).

Además, la FSBM posee subproductos biológicamente activo, tales como bacterias probióticas y ácido láctico, que pueden ejercer efectos beneficiosos sobre los animales y las aves de corral. De hecho, se ha demostrado que la alta inclusión de FSBM en sustitución de SBM mejora el rendimiento del crecimiento y aumenta la digestión de nutrientes y la función inmune en pollos (Chah *et al.*, 1975; Matsui *et al.*, 1996) y cerdos (Feng *et al.*, 2007b; Kiers *et al.*, 2003), y se puede utilizar como un nuevo recurso de proteína de alta calidad.

Aves alimentadas con las dietas con un 3% de FSBM durante el período de inicio (0-21 días) demostraron una significativamente mejor Conversión alimenticia en comparación con los alimentados con la dieta control (0% FSBM) y la dieta con un 1% FSBM (Wang *et al.*, 2012), estos resultados coinciden con estudios anteriores. Feng *et al.*, 2007a observó que los pollos alimentados con una dieta con un total de sustitución de SBM por FSBM (hasta una tasa de inclusión 30%) tuvieron un mayor promedio de ganancia diaria (ADG) ( $P < 0,05$ ) y una mejor conversión alimenticia ( $P < 0,05$ ) tanto en inicio como crecimiento en comparación con la alimentación de una dieta control isonitrogenadas de SBM.

Hirabayashi *et al.*, 1998 informó de que los pollos alimentados con una dieta con 30% FSBM equivalente al reemplazo de SBM también mejoro el ADG.

En particular, se informó que la FSBM tiene un papel beneficioso que afecta a los parámetros bioquímicos séricos y la función inmune de los pollos en comparación con SBM, (Feng *et al.*, 2007a). Sin embargo, la alta inclusión de FSBM como un reemplazo para SBM en aves de corral generalmente no se aconseja, debido a los procesos de fermentación, que pueden aumentar el costo global de la alimentación. Alternativamente, el uso de FSBM como una fuente de reemplazo para otras fuentes de proteínas costosas, tales como harina de pescado, puede permitir su aplicación rentable.

**Cuadro 1: Comparativo entre harina de pescado y torta de soya.**

Composición Química	Harina de pescado	Torta de Soya 47% PB
Energía (Mcal/Kg)	3.31	2.04
Humedad %	7	12
Proteína %	70	47
Extracto Etéreo %	9.5	1.9
Cenizas %	12.5	6.2
Calcio %	2.55	0.29
Fosforo %	2	0.64
Perfil de aminoácidos digestibles		
Lisina	4.67	2.56
Metionina	1.8	0.6
Metionina + Cistina	2.25	1.19
Treonina	2.53	1.59
Triptófano	0.65	0.54
Isoleucina	2.61	1.89
Valina	3.05	2.05
Arginina	3.76	3.12

Fuente: Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA), 2015.

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

#### **3.1 Lugar y duración**

El experimento se llevó a cabo en el Laboratorio de Investigación en Nutrición y Alimentación en Aves (LINA), en la Universidad Nacional Agraria La Molina durante los meses de noviembre y diciembre del 2014. La preparación de las dietas experimentales estuvo a cargo de la Planta de Alimentos de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

#### **3.2 Instalaciones**

Se empleó una batería metálica con calefacción eléctrica controlada por termostato, con cinco pisos divididos en cuatro compartimientos de las siguientes dimensiones: 0.86 m de largo por 0.44 m de ancho y 0.23 m de altura, con un área total de 0.38 m<sup>2</sup>. Asimismo, estuvieron equipadas con un comedero lateral y un bebedero frontal, durante los 10 primeros días se usaron bebederos tipo tongo BB, así como de una bandeja de material galvanizado para la limpieza de excretas.

#### **3.3 Instrumentos y equipos**

Para la colecta de datos, durante la evaluación se emplearon:

- Una balanza digital, de tipo plato para el pesaje del alimento y para el pesaje de los pollos.
- Una balanza digital de precisión.
- Un termohigrómetro digital, para controlar la variación de temperatura y humedad, para poder hacer un uso adecuado de cortinas.
- Registros físicos, para un control de los parámetros a evaluar.
- Cámara fotográfica.
- Materiales de limpieza.
-

- Baldes de plástico.

Equipos:

Se empleo baterías metálicas de 5 pisos (para pollitos de 1–21 días), focos pavonados de 40 W, bebederos tipo tongo de plástico, desinfectante y pulverizador.

### **3.4 Animales experimentales**

Se emplearon 120 pollos BB machos de la línea Cobb 500 procedentes de un mismo lote de reproductoras, las aves fueron distribuidas al azar en cuatro (4) tratamientos con cinco (5) repeticiones, donde cada repetición estuvo formada por 6 pollos BB, obteniendo un total de 20 unidades experimentales (jaulas). El periodo experimental fue de 21 días.

### **3.5 Producto evaluado**

El producto empleado en la evaluación fue un concentrado proteico el cual se comercializa bajo el nombre de FMR  $\Omega$ 3 ® (Fishmeal Replacer Omega 3). El producto está compuesto por una balanceada formulación de proteína de alta digestibilidad, aminoácidos, y ácidos grasos Omega 3. En el Cuadro 2 se puede apreciar su valor nutricional. La descripción completa del producto se encuentra en el Anexo I.

### **3.6 Tratamientos**

Se evaluaron cuatro tratamientos:

**Tratamiento 1:** Dieta control (torta de soya)

**Tratamiento 2:** Dieta con 5% de Harina de pescado (HP).

**Tratamiento 3:** Dieta con 5% de concentrado proteico.

**Tratamiento 4:** Dieta con 5.416% de concentrado proteico.

El Tratamiento 1 a base de una fuente proteica vegetal como la torta de soya, el Tratamiento 2 a base de una fuente proteica de origen animal como la harina de pescado, el Tratamiento 3 a base de un concentrado proteico de origen vegetal reemplaza en valores

porcentuales a la harina de pescado y en el Tratamiento 4 a base también del concentrado proteico, brindando la misma cantidad de proteína que la harina de pescado.

**Cuadro 2: Valor nutricional del concentrado proteico**

<b>Composición química</b>	<b>Concentrado proteico</b>
Humedad	6.40%
Proteína	58%
Extracto Etéreo	6%
Ceniza	5.50%
Fibra Cruda	3.20%
ELN	20.90%
Calcio	0.21%
Fósforo Total	0.43%
<b>Perfil de aminoácidos</b>	
Lisina Digestible	3.86%
Metionina Digestible	1.49%
Cistina Digestible	0.88%
Treonina Digestible	1.52%
Triptófano Digestible	0.55%
Arginina	3.10%
Glutamina	14.90%

### 3.7 Programa de alimentación

La preparación de las dietas se realizó en la planta de alimentos balanceados del programa de investigación y proyección social en alimentos, facultad de zootecnia. Para el proceso de crianza se suministraron 2 tipos de dietas: preinicio (1 a 10 días de edad) e inicio (11 a 21 días de edad). Los tratamientos se suministraron solo durante la fase de preinicio. La composición y valor nutricional calculado se presentan en el Cuadro 3.

Luego a partir del día 11 de edad, todas las aves recibieron la misma dieta de Inicio (11 a 21 días). La composición y valor nutricional calculado de esta dieta en el Cuadro 4. La composición del análisis químico proximal, se presenta en el Cuadro 5.

El suministro de agua y alimento fueron *ad – libitum* durante toda la campaña.

**Cuadro 3. Composición porcentual y valor nutricional calculado de las dietas de  
Preinicio (1 – 10 días)**

INGREDIENTES	TRATAMIENTOS (%)			
	T1	T2	T3	T4
Maíz nacional molido	57.019	62.502	60.071	60.325
Torta de soya	34.816	27.033	27.989	27.421
<b>Harina de Pescado (63.77%)</b>	<b>0.000</b>	<b>5.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>
<b>Concentrado Proteico (58.9%)</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>5.000</b>	<b>5.416</b>
Aceite de soya	4.230	2.404	3.008	2.907
Fosfato dicálcico	1.705	1.263	1.756	1.760
Carbonato de calcio	0.882	0.650	0.871	0.870
Sal común	0.466	0.313	0.461	0.461
DL – Metionina	0.274	0.249	0.227	0.223
L – Lisina HCl	0.181	0.159	0.161	0.159
L – Treonina	0.057	0.058	0.086	0.088
Premezcla de vitaminas y minerales	0.120	0.120	0.120	0.120
Cloruro de colina 60%	0.100	0.100	0.100	0.100
Antioxidante	0.050	0.050	0.050	0.050
Zinc bacitracina 10%	0.050	0.050	0.050	0.050
Micosecuestante	0.050	0.050	0.050	0.050
<b>TOTAL</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>
<b>NUTRIENTES CALCULADOS</b>				
Energía Metabolizable Kcal/Kg	3035.000	3035.000	3035.000	3035.000
Proteína Cruda, %	21.500	21.500	21.500	21.500
Lisina digestible, %	1.200	1.200	1.200	1.200
Met + Cis digestible, %	0.880	0.880	0.880	0.880
Treonina digestible, %	0.770	0.770	0.770	0.770
Triptofano digestible, %	0.225	0.212	0.217	0.216
Calcio, %	0.900	0.900	0.900	0.900
Fósforo Disponible, %	0.450	0.450	0.450	0.450
Sodio, %	0.200	0.200	0.200	0.200

*Tratamientos: T1: Control; T2: Tratamiento con adición de 5% de Harina de Pescado; T3: Tratamiento con adición de 5% de concentrado proteico; T4: Tratamiento con adición de 5.416% de concentrado proteico.*

**Cuadro 4. Composición porcentual y valor nutricional calculado de la dieta de  
Inicio (11 – 21 días)**

<b>INGREDIENTES</b>	<b>INICIO</b>
Maíz nacional molido	62.099
Torta de soya	29.707
Aceite de soya	4.491
Fosfato dicálcico	1.595
Carbonato de calcio	0.835
Sal común	0.466
DL – Metionina	0.238
L – Lisina HCl	0.151
L – Treonina	0.048
Premezcla de vitaminas y minerales	0.120
Cloruro de colina 60%	0.100
Antioxidante en polvo	0.050
Zinc bacitracina 10%	0.050
Micosecuestante	0.050
<b>TOTAL</b>	<b>100.000</b>
<b>NUTRIENTES CALCULADOS</b>	
Energía Metabolizable Kcal/Kg	3108.000
Proteína Cruda, %	19.500
Lisina digestible, %	1.050
Met + Cis digestible, %	0.800
Treonina digestible, %	0.690
Triptofano digestible, %	0.199
Calcio, %	0.840
Fósforo Disponible, %	0.420
Sodio, %	0.200

*Inicio: misma dieta para todas las aves a partir del día 11.*

**Cuadro 5: Análisis químico proximal de las dietas experimentales utilizadas en el presente estudio (%).**

<b>DIETAS EXPERIMENTALES</b>				
<b>Tratamientos<sup>1</sup></b>	<b>T1</b>	<b>Pre Inicio</b>		
		<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
Humedad	11.80	11.99	11.96	11.95
Proteína Total	19.16	18.13	18.77	18.14
Extracto Etéreo	5.80	5.38	5.74	5.45
Cenizas	5.02	4.90	4.60	4.67
Fibra cruda	6.23	2.35	2.82	2.35
ELN	51.99	57.25	56.11	57.44
<b>Inicio</b>				
Humedad		11.59		
Proteína total		17.01		
Extracto Etéreo		6.65		
Cenizas		4.99		
Fibra cruda		2.48		
ELN		57.28		

*Tratamientos: T1: Control; T2: Tratamiento con adición de 5% de Harina de Pescado; T3: Tratamiento con adición de 5% de concentrado proteico; T4: Tratamiento con adición de 5.416% de concentrado proteico.*

*Fuente: Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos – Departamento de Nutrición – Universidad Nacional Agraria La Molina.*

### 3.8 Manejo alimenticio

La presentación física del alimento utilizado fue en harina. El suministro de alimento era constante, evitando que los comederos estén vacíos, pero calculando que para el día de la evaluación de pesos se encontrara la menor cantidad de alimento posible, para facilitar las labores. Los comederos eran removidos cuatro veces al día para estimular el consumo, controlando en todo momento el posible desperdicio de alimento. Para el uso de bebederos tipo tongo se realizó el cambio de agua dos veces al día. La altura de los comederos y bebederos se regulaban de acuerdo al tamaño de los pollos.

El agua de bebida de los pollos BB fue dosificada por 7 días con cloro y la dosis fue de 1ml/10 litros de agua.

### 3.9 Mediciones

#### 3.9.1 Peso vivo semanal y ganancia de peso

La medición del peso vivo se realizó los días 0, 10 y 21 y se pesaron a todos los pollos.

$$\text{Peso vivo (Kg/pollo)} = \frac{\text{Peso de las aves (Kg)}}{\text{Número de pollos pesados}}$$

La ganancia de peso se determinó por la diferencia entre el peso final y el inicial.

$$\text{Ganancia de peso (Kg/pollo/semana)} = \text{Peso final (Kg)} - \text{Peso inicial (Kg)}$$

#### 3.9.2 Consumo de alimento:

Se evaluó el consumo de alimento semanalmente, pesando residuos de alimento contenido en los comederos y por diferencia con el total de alimento suministrado en la semana. El consumo de alimento es la diferencia entre la cantidad suministrada durante la semana y el residuo final de la misma.

$$\text{Consumo de alimento (Kg/pollo/semana)} = \frac{\text{Consumo de alimento semanal (Kg)}}{\text{Número de pollos}}$$

### 3.9.3 Conversión alimenticia:

La conversión alimenticia semanal se obtuvo en base a datos obtenidos sobre el consumo de alimento semanal y la ganancia de peso semanal.

$$C.A.S = \frac{\text{Consumo de alimento semanal (Kg)}}{\text{Ganancia de peso semanal (Kg)}}$$

La conversión alimenticia acumulada se obtuvo de la relación del consumo acumulado entre el peso vivo final.

$$C.A.A = \frac{\text{Consumo de alimento acumulado (Kg)}}{\text{Peso final de pollo (Kg)}}$$

### 3.9.4 Porcentaje de Mortalidad

Es el registro semanal del número de animales muertos, desde el inicio hasta el final del experimento y fue expresado en porcentaje.

$$\text{Mortalidad semanal (\%)} = \frac{\text{Número de aves muertas} * 100}{\text{Número total de aves}}$$

### 3.9.5 Índice de Eficiencia Productiva (IEP)

Esta medida permite evaluar el desempeño del lote, porque utiliza las medidas anteriores y las reduce en un solo índice que mide la eficiencia de cada tratamiento evaluado.

$$\text{IEP} = \frac{(100\% - \text{Mortalidad acumulada (\%)}) * \text{Peso vivo (Kg)} * 100}{\text{Conversión alimenticia acumulada} * \text{Edad (días)}}$$

### 3.9.6 Retribución económica hasta los 21 días

Este es un factor de la bondad económica de los estudios experimentales. Se determinó al término de la etapa experimental a partir del ingreso bruto y el costo de alimentación para obtener la retribución económica por pollo. El mérito

económico es la representación porcentual de los valores de retribución de cada tratamiento referido al valor de tratamiento testigo.

$$\text{Retribución económica T (i)} = \text{Ingreso T (i)} - \text{Egreso T (i)}$$

Dónde:

Ingresos: peso final a los 21 días (en Kg) por el precio por Kg pollo. Unidad (S/).

Egresos: El costo total de la alimentación por pollo. Unidad (S/).

T (i) = Tratamiento 1, 2, 3, 4

### 3.9.7 Crecimiento corporal:

Medido a través de coeficientes de crecimiento alométrico.

**Crecimiento Alométrico:** Para la determinación de los coeficientes de crecimiento alométrico se realizó las mediciones en una muestra de 8 pollos BB durante la fase pre experimental y las mismas mediciones se repitieron al término de la primera y segunda fase (10 y 21 días respectivamente) en 5 aves muestreadas por tratamiento (una por cada repetición).

Las aves fueron sacrificadas en ayunas y se utilizó, por su practicidad, la técnica de sacrificio de dislocación cervical. Se pesó la carcasa, la pechuga, el intestino, el hígado, la molleja, el proventrículo y el corazón. Las mediciones fueron realizadas de forma inmediata tras el sacrificio para evitar variaciones en el peso del órgano por efecto del tiempo transcurrido (Bowes and Julian, 1998). El peso de la carcasa se determinó luego de retirar las vísceras (excepto pulmones y riñones) y la piel. El peso de la pechuga se determinó luego de retirar la piel (**Figura 1**).

Para la evaluación del crecimiento alométrico se determinó los coeficientes respectivos empleado la siguiente fórmula (Fisher, 1984; citado por Cuervo *et al.*, 2002):

$$CCA = (PO_b / PO_a) / (PC_b / PC_a)$$

Dónde: CCA: coeficiente de crecimiento alométrico; PO: peso del órgano o estructura a muestrear; PC: peso corporal; a: día de nacimiento; b: días tras la eclosión.

Cuando el órgano crece en la misma proporción al peso corporal, el CCA es de uno, si el incremento del órgano es menos al del peso corporal el CCA es menor a uno y cuando hay un crecimiento rápido en relación a la ganancia de peso corporal el CCA es mayor a uno (Cuervo *et al.*, 2002).



**Figura 1. Obtención de la carcasa, pechuga, intestinos, hígado, molleja, proventrículo y corazón.**

### **3.9.8 Composición corporal**

Medida a través del peso absoluto y relativo de carcasa y pechuga (**Figura 2**).

Peso absoluto: Peso bruto del órgano o estructura (PO) que muestra la balanza.

$$\text{Peso absoluto} = \text{PO}$$

Peso Relativo: Peso que se obtiene dividiendo el peso del órgano o estructura (PO) entre el peso corporal (PC) y el resultado se multiplica por 100.

$$\text{Peso relativo} = (\text{PO}/\text{PC}) * 100$$



**Figura 2. Medición del peso absoluto de la pechuga.**

### 3.9.9 Inmunocompetencia

Medido a través del índice morfométrico y la relación bursa/bazo. Se determinó los índices morfométricos de la bursa (Rbu) y el bazo (Rba), empleando la fórmula utilizada por Rosales *et al.*, (1989), Ismail *et al.*, (1990), Grieve (1991), Alamsyah *et al.*, (1993), Salazar (1997), Ulloa (1999), Sandoval *et al.*, (2002) y Perozo-Marín *et al.*, (2004) que se presenta a continuación, donde IM: índice morfométrico; PO: peso del órgano (g); PC: peso corporal (g).

$$\text{IM} = \frac{\text{PO} \times 1000}{\text{PC}}$$

### 3.9.10 Metabolismo energético

Medido a través del peso absoluto y relativo de la grasa abdominal.

### 3.10 Diseño estadístico

El estudio se llevó a cabo bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA), con cuatro tratamientos y tres repeticiones por tratamiento. El análisis de varianza de los datos se realizó con el programa Statistical Analysis System (SAS; 1999).

El modelo aditivo lineal es:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = es la respuesta observada bajo el i-ésimo tratamiento

$\mu$  = media general

$t_i$  = efecto del i-ésimo tratamiento

$e_{ij}$  = efecto de la j-ésima unidad experimental a la que se le aplicó el i-ésimo tratamiento (error experimental).

La comparación de medias se llevó a cabo con la prueba de Duncan (Duncan, 1955).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de peso vivo, ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimentaria para los periodos de 1 a 10, de 11 a 21 y de 1 a 21 días de edad, que fueron alimentados con diferentes fuentes proteicas durante la fase preinicio (1-10 días de edad), se muestran en el Cuadro 6.

### 4.1 Peso vivo y Ganancia de peso

Los resultados de pesos vivos y ganancia de peso registrados para los periodos de 1 a 10, 11 a 21 y de 1 a 21 días, indican que los tratamientos no tuvieron diferencias significativas ( $P>0.05$ ) en ninguno de los tres periodos considerados.

Estos resultados concuerdan con Mathivanan *et al.* (2006) y Wang *et al.* (2012), quienes probaron una fuente proteica alternativa (harina de soya fermentada) en distintos niveles de inclusión, los cuales no presentaron diferencias significativas en el peso vivo a las 3 semanas de edad. Aunque los valores de inclusión de Mathivanan *et al.* (2006) y Wang *et al.* (2012) son mucho menor a los expuestos en este estudio.

Los pesos 270.4 y 867.02 a los 10 y 21 días de edad respectivamente guardan relación con las tablas de objetivo de desempeño de Cobb 500. Comprobando que la inclusión del concentrado proteico en la dieta nos brinda una respuesta productiva semejante a las metas de la línea.

Estos resultados están relacionados con la ingestión de nutrientes (Cuadro 7) en el cual se puede observar que los animales recibieron las mismas cantidades de nutrientes en general, motivo por el cual presentan pesos semejantes. Haciendo una observación en la proteína, ya que por un menor consumo de alimento los tratamientos con el concentrado proteico presentaron una menor ingestión de proteína. Aun así las aves de estos tratamientos no llegaron a presentar diferencias significativas en el peso final, incluso el tratamiento con 5% de concentrado proteico fue el que presento un mayor

peso a los 10 días de edad. Esto puede atribuirse a la buena digestibilidad y biodisponibilidad del concentrado proteico entre otros factores.

**Cuadro 6: Respuesta productiva de pollos de carne alimentados con dietas experimentales.**

Periodo/Medición	Tratamiento <sup>1</sup>				Probabilidad
	1	2	3	4	
<i>De 1 a 10 días de edad</i>					
Peso inicial, g	51.34 <sup>ab</sup>	51.34 <sup>a</sup>	51.34 <sup>a</sup>	51.34 <sup>a</sup>	-----
Peso final, g	274.20 <sup>a</sup>	272.60 <sup>a</sup>	275.24 <sup>a</sup>	265.60 <sup>a</sup>	0.4262
Ganancia de peso, g	222.86 <sup>a</sup>	221.60 <sup>a</sup>	223.90 <sup>a</sup>	214.20 <sup>a</sup>	0.4236
Consumo de alimento, g	260.80 <sup>a</sup>	260.60 <sup>a</sup>	260.40 <sup>a</sup>	254.40 <sup>a</sup>	0.6851
Conversión alimentaria, g/g	1.17 <sup>a</sup>	1.18 <sup>a</sup>	1.16 <sup>a</sup>	1.19 <sup>a</sup>	0.5966
<i>De 11 a 21 días de edad</i>					
Peso inicial, g	274.20 <sup>a</sup>	272.60 <sup>a</sup>	275.24 <sup>a</sup>	265.60 <sup>a</sup>	0.4262
Peso final, g	876.32 <sup>a</sup>	897.72 <sup>a</sup>	870.86 <sup>a</sup>	863.18 <sup>a</sup>	0.7193
Ganancia de peso, g	602.12 <sup>a</sup>	625.12 <sup>a</sup>	595.62 <sup>a</sup>	597.58 <sup>a</sup>	0.7356
Consumo de alimento, g	773.54 <sup>a</sup>	785.38 <sup>a</sup>	755.74 <sup>a</sup>	751.20 <sup>a</sup>	0.7712
Conversión alimentaria, g/g	1.28 <sup>a</sup>	1.26 <sup>a</sup>	1.27 <sup>a</sup>	1.26 <sup>a</sup>	0.1065
<i>De 1 a 21 días de edad</i>					
Peso inicial, g	51.34 <sup>a</sup>	51.34 <sup>a</sup>	51.34 <sup>a</sup>	51.34 <sup>a</sup>	-----
Peso final, g	876.32 <sup>a</sup>	897.72 <sup>a</sup>	870.86 <sup>a</sup>	863.18 <sup>a</sup>	0.7193
Ganancia de peso, g	824.98 <sup>a</sup>	846.38 <sup>a</sup>	819.52 <sup>a</sup>	811.84 <sup>a</sup>	0.7193
Consumo de alimento, g	1034.39 <sup>a</sup>	1046.24 <sup>a</sup>	1016.11 <sup>a</sup>	1005.60 <sup>a</sup>	0.7461
Conversión alimentaria, g/g	1.25 <sup>a</sup>	1.24 <sup>a</sup>	1.24 <sup>a</sup>	1.24 <sup>a</sup>	0.4659
CA acumulada <sup>2</sup> , g/g	1.18 <sup>a</sup>	1.17 <sup>a</sup>	1.17 <sup>a</sup>	1.16 <sup>a</sup>	0.3911

<sup>(\*)</sup> Valores son promedio de cinco repeticiones de cinco animales cada una (20 aves por tratamiento).

<sup>abc</sup>Valores dentro de una fila con superíndice no común difieren significativamente (P>0.05).

<sup>1</sup> Tratamiento: **1**, Dieta control; **2**, Dieta con 5% harina de pescado; **3**, Dieta con 5% de concentrado proteico; **4**, Dieta con 5.42% de concentrado proteico.

<sup>2</sup> Conversión alimentaria acumulada= Consumo de alimento/peso final.

**Cuadro 7: Ingestión de nutrientes durante el periodo experimental**

Nutrientes	Preinicio			
	T1	T2	T3	T4
Consumo de alimento, TCO (g)	261	261	260	254
Energía Metabolizable (Kcal)	792.14	792.14	789.10	770.89
Proteína (g)	50.01	47.32	48.80	46.08
Lisina (g)	3.13	3.13	3.12	3.05
Met+Cis (g)	2.30	2.30	2.29	2.24
Treonina (g)	2.01	2.01	2.00	1.96
Triptófano (g)	0.59	0.55	0.56	0.55
Extracto Etéreo (g)	15.14	14.04	14.92	13.84
Cenizas (g)	13.10	12.79	11.96	11.86
Calcio (g)	2.35	2.35	2.34	2.29
Fosforo (g)	1.17	1.17	1.17	1.14
Sodio (g)	0.52	0.52	0.52	0.51
ELN (g)	135.69	149.42	145.89	145.90

\* Se calcula del consumo total x Nutriente contenido según el análisis químico proximal.

#### 4.2 Consumo de alimento semanal y acumulado:

Los resultados sobre el efecto de los tratamientos evaluados en el presente estudio sobre el consumo de alimento se presentan en el Cuadro 6. Asimismo la variación semanal y acumulada del consumo de alimento se reportan en los anexos IV y V respectivamente.

Los valores del consumo de alimento promedio (Cuadro 6) indican que este parámetro no fue significativamente ( $P>0.05$ ) afectado por ninguno de los tratamientos dietarios; sin embargo, el consumo numéricamente más bajo y más alto fue registrado en el grupo que recibió 5.42% de concentrado proteico y 5% de harina de pescado respectivamente.

### **4.3 Conversión alimenticia:**

Los resultados sobre las conversiones alimenticias se presentan en el Cuadro 6, y en los anexos VI y VII se detallan la variación semanal y acumulada.

Se puede observar que no hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos ( $P>0.05$ ) indicando que el reemplazo de la harina por el concentrado proteico en las dietas no afecta la conversión alimenticia. Estos resultados se contradicen a los encontrados por Wang *et al.*, (2012), quienes en su estudio encuentran que las aves alimentadas con la dieta que contenían una fuente proteica alternativa (3% de harina de soya fermentada) tenía una mejor conversión alimenticia durante el período de inicio ( $p < 0.05$ ).

Sin embargo, entre los tratamientos quienes presentaron la conversión alimenticia numéricamente más baja fueron los tratamientos que recibieron el concentrado proteico, el T3 con una conversión alimenticia de 1.16 en el periodo de preinicio y el T4 con una conversión acumulada de 1.16.

### **4.4 Mortalidad:**

No se presentó mortalidad en ninguno de los tratamientos durante el periodo de evaluación. Todos los tratamientos poseían las mismas condiciones ambientales y físicas.

### **4.5 Índice de eficiencia productiva (eficiencia europea)**

El índice de eficiencia productiva (IEP) es un parámetro que mide el desempeño del lote en general ya que toma en cuenta parámetros antes evaluados (peso vivo, conversión alimenticia, mortalidad). Los resultados se observan en el Cuadro 8 y Anexo VIII.

En el presente estudio el T1 y T4 son los que obtienen un menor índice numérico de eficiencia productiva 354 y 353 respectivamente, a pesar que el T4 obtuvo una mejor conversión alimenticia pero no un buen peso vivo. Por el contrario T2 presenta el mayor índice numérico de eficiencia productiva (367) debido a que presentó un mayor peso vivo y una buena conversión alimenticia.

Estos resultados se pueden comparar con un índice de eficiencia productiva ideal de 378.85 a los 21 días, obtenido con parámetros ideales de la línea Cobb. Teniendo en cuenta esta referencia se observa que la variable que más afectó este índice fue el peso vivo, sin embargo los índices obtenidos todavía están dentro de un parámetro aceptable.

#### **4.6 Retribución económica**

En el Cuadro 8, se observa la retribución económica de cada tratamiento. Los costos de alimentación fueron obtenidos, considerando los precios de los ingredientes del mes de Octubre del 2014 y se muestran en el Anexo IX.

La dieta en la cual se incluyó la mayor cantidad del concentrado proteico (T4) presentó una menor retribución económica, 1.76% menor comparada con el tratamiento control. Por otro lado, el tratamiento que presentó la mayor retribución económica fue el de harina de pescado (T2), 2.41% superior en comparación con el control (T1). Estos resultados no concuerdan con Wang *et al.* (2012), quien con el uso de una fuente proteica alternativa (harina de soya fermentada) resultó en una disminución de costos de alimentación por peso vivo por 2,39 y 2,17% en comparación con la dieta control.

La retribución económica de T2 se debe principalmente a una superior ganancia de peso. Los tratamientos con el concentrado proteico no presentaron un peso final numéricamente mayor en relación con la harina de pescado y el tratamiento control, es por eso que presentan una menor retribución económica.

La baja retribución económica del concentrado proteico (T3 y T4) se debe principalmente a un tema de peso final a los 21 días. Sin embargo, el concentrado proteico logró una disminución en el costo total del alimento.

**Cuadro 8: Retribución económica del alimento**

<b>TRATAMIENTO<sup>1</sup></b>				
	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
<b>Ingresos</b>				
Peso final a 21 días (Kg)	0.876	0.898	0.871	0.863
Precio por Kg pollo (S/.)*	6.5	6.5	6.5	6.5
<b>Ingreso bruto por pollo (S/.)</b>	<b>5.694</b>	<b>5.837</b>	<b>5.662</b>	<b>5.61</b>
<b>Egresos</b>				
<b>A. Etapa de Preinicio</b>				
Cantidad de alimento, Kg/pollo	0.261	0.261	0.260	0.254
Precio de alimento, S/. Kg	1.848	1.956	1.969	1.979
Costo de alimentación, S/.pollo	0.482	0.511	0.512	0.503
<b>B. Etapa de Inicio</b>				
Cantidad de alimento, Kg/pollo	0.773	0.785	0.756	0.752
Precio de alimento, S/. Kg	1.809	1.809	1.809	1.809
Costo de alimentación, S/.pollo	1.398	1.42	1.368	1.36
<b>Costo total de alimento por pollo (S/.)</b>	<b>1.88</b>	<b>1.931</b>	<b>1.88</b>	<b>1.863</b>
<b>Retribución económica</b>				
Beneficio por pollo S/.	3.814	3.906	3.782	3.747
Porcentaje relativo	100	102.41	99.16	98.24
<b>Índice de eficiencia productiva (IEP)</b>	<b>354</b>	<b>367</b>	<b>355</b>	<b>353</b>

\*Precio sin IGV correspondientes a la segunda semana de Mayo del 2015

<sup>1</sup> *Tratamientos: T1: Control; T2: Tratamiento con adición de 5% de Harina de Pescado; T3: Tratamiento con adición de 5% de concentrado proteico; T4: Tratamiento con adición de 5.416% de concentrado proteico.*

#### 4.7 Crecimiento corporal

Los resultados observados en el presente estudio (Cuadro 9 y Anexo XII) indican un coeficiente de crecimiento alométrico (CCA) de la carcasa significativamente mayor ( $P < 0.01$ ) para T2 durante los primeros 10 días de edad, sin embargo, esta diferencia no se mantiene a los 21 días de edad. Por otra parte, los CCA de la pechuga, intestino, hígado, molleja, proventrículo y corazón no presentaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) a lo largo del presente estudio.

Se observa que para los primeros 10 días de vida, los CCA de la carcasa, pechuga, intestino, hígado, molleja, proventrículo y corazón son mayores a uno, es decir, el crecimiento de estas estructuras se da a una tasa mayor que el incremento del peso del animal.

Estos resultados también indican que la pechuga es la porción de la carcasa con mayor velocidad de crecimiento, obteniendo un CCA promedio de 4.96 y 6.28 para los 10 y 21 días respectivamente; es decir la pechuga incrementa su peso hasta 6 veces más de lo que se incrementa el peso del animal. Este rápido crecimiento se explica por la presión genética de las casas comerciales (Cobb-Vantress, 2013) y coincide con Clemente (2005) quien observó un incremento en el porcentaje de pechuga desde 2% al nacimiento, hasta 6% en el día 11 de edad y el 10% en el día 21; valores que sin embargo corresponden a CCA para la pechuga menores a los del presente estudio.

Los CCA observados para el intestino, hígado, molleja, proventrículo y corazón de 2.16, 1.32, 1.01, 1.43 y 1.11 en los primeros 10 días y de 1.77, 0.90, 0.63, 0.96 y 0.90 en los 21 días de edad respectivamente, concuerdan con reportes previos de García, 2000 y Jaramillo, 2011.

Los CCA mayores a 1 en estos órganos se explica por su elevada actividad metabólica, necesaria para proveer energía al resto del organismo (García, 2000). Así, entre los días 4 y 14 de edad la longitud del intestino se incrementa entre 20 a 30% y el diámetro entre 5 a 10%, lo que supone 50 y 60% mayor volumen intestinal; además aumenta el largo de las vellosidades y criptas intestinales, y el número de enterocitos

**Cuadro 9: Efecto de un concentrado proteico sobre el crecimiento alométrico y Composición Corporal.**

Variable	Tratamiento <sup>1</sup>				Probabilidad
	1	2	3	4	
<b>Coefficientes de crecimiento alométrico</b>					
<i>A los 10 días de edad</i>					
Carcasa	1.17 <sup>bc</sup>	1.22 <sup>a</sup>	1.19 <sup>ab</sup>	1.16 <sup>c</sup>	0.0024
Pechuga	5.02 <sup>a</sup>	5.20 <sup>a</sup>	4.90 <sup>a</sup>	4.73 <sup>a</sup>	0.0508
Intestino	2.30 <sup>a</sup>	2.01 <sup>a</sup>	2.06 <sup>a</sup>	2.28 <sup>a</sup>	0.2049
Hígado	1.33 <sup>a</sup>	1.19 <sup>a</sup>	1.37 <sup>a</sup>	1.37 <sup>a</sup>	0.0862
Molleja	0.89 <sup>a</sup>	1.02 <sup>a</sup>	1.03 <sup>a</sup>	1.10 <sup>a</sup>	0.1447
Proventrículo	1.46 <sup>a</sup>	1.41 <sup>a</sup>	1.34 <sup>a</sup>	1.49 <sup>a</sup>	0.8778
Corazón	0.99 <sup>a</sup>	1.24 <sup>a</sup>	1.07 <sup>a</sup>	1.15 <sup>a</sup>	0.3019
<i>A los 21 días de edad</i>					
Carcasa	1.23 <sup>a</sup>	1.23 <sup>a</sup>	1.22 <sup>a</sup>	1.23 <sup>a</sup>	0.8322
Pechuga	6.21 <sup>a</sup>	6.47 <sup>a</sup>	6.32 <sup>a</sup>	6.12 <sup>a</sup>	0.4964
Intestino	1.81 <sup>a</sup>	1.77 <sup>a</sup>	1.76 <sup>a</sup>	1.72 <sup>a</sup>	0.7113
Hígado	0.93 <sup>a</sup>	0.91 <sup>a</sup>	0.86 <sup>a</sup>	0.91 <sup>a</sup>	0.6647
Molleja	0.61 <sup>a</sup>	0.67 <sup>a</sup>	0.61 <sup>a</sup>	0.64 <sup>a</sup>	0.8603
Proventrículo	0.84 <sup>a</sup>	1.12 <sup>a</sup>	0.96 <sup>a</sup>	0.90 <sup>a</sup>	0.5890
Corazón	0.88 <sup>a</sup>	0.93 <sup>a</sup>	0.88 <sup>a</sup>	0.92 <sup>a</sup>	0.7999
<b>Composición Corporal</b>					
<i>A los 10 días de edad</i>					
Peso absoluto de la carcasa	176.40 <sup>a</sup>	165.40 <sup>a</sup>	176.50 <sup>a</sup>	160.40 <sup>a</sup>	0.2016
Peso relativo de la carcasa %	65.45 <sup>bc</sup>	68.07 <sup>a</sup>	66.87 <sup>ab</sup>	64.85 <sup>c</sup>	0.0043
Peso absoluto de la pechuga	42.94 <sup>a</sup>	40.13 <sup>a</sup>	41.03 <sup>a</sup>	37.12 <sup>a</sup>	0.1292
Peso relativo de la pechuga %	15.94 <sup>a</sup>	16.50 <sup>a</sup>	15.56 <sup>a</sup>	15.02 <sup>a</sup>	0.0512
<i>A los 21 días de edad</i>					
Peso absoluto de la carcasa	623.60 <sup>a</sup>	712.60 <sup>a</sup>	677.00 <sup>a</sup>	669.40 <sup>a</sup>	0.0928
Peso relativo de la carcasa %	69.23 <sup>a</sup>	69.19 <sup>a</sup>	68.39 <sup>a</sup>	69.23 <sup>a</sup>	0.7919
Peso absoluto de la pechuga	177.27 <sup>b</sup>	211.16 <sup>a</sup>	198.88 <sup>ab</sup>	188.20 <sup>b</sup>	0.0202
Peso relativo de la pechuga %	19.73 <sup>a</sup>	20.56 <sup>a</sup>	20.08 <sup>a</sup>	19.44 <sup>a</sup>	0.4977

<sup>1</sup> Tratamientos: T1: Control; T2: Tratamiento con adición de 5% de Harina de Pescado; T3: Tratamiento con adición de 5% de concentrado proteico; T4: Tratamiento con adición de 5.416% de concentrado proteico.

<sup>abc</sup>Valores dentro de una fila con superíndice no común difieren significativamente ( $P < 0.05$ ).

por vellosidad (Uni *et al*, 1995), por lo que se espera que el CCA del intestino en estas etapas sea mayor a la unidad (Sell *et al*, 1991).

A los 21 días de edad los CCA del hígado, molleja, proventrículo y del corazón son menores a uno, es decir, incrementan su peso a una tasa menor de la que se incrementa el peso del animal; esto se debe a que el peso estos órganos aumentan significativamente la primera semana de vida, teniendo cada órgano un modelo de crecimiento propio, y luego presentan un crecimiento moderado, el cual cómo podemos observar no conserva una proporción conforme a su crecimiento corporal.

#### **4.8 Composición corporal**

Los resultados sobre la composición corporal se presentan en el Cuadro 9, y en el Anexo XII.

En los primeros diez días no se encontró diferencias significativas ( $P>0.05$ ), entre tratamientos, para el peso absoluto de la carcasa y pechuga, teniendo como valores promedio 169.68 y 40.31 respectivamente.

Al evaluar el peso relativo de la carcasa a los 10 días, se encontró diferencia estadística significativa ( $P<0.01$ ); así, el Tratamiento 2 con 68.07 g tuvo diferencia estadística con el Tratamiento 1 y 4, mas no con el Tratamiento 3 y el Tratamiento 3 no tuvo diferencias significativas con el Tratamiento 1, y este último no presentó diferencias con el Tratamiento 4. Por lo que se deduce que las dietas que contienen 5% de harina de pescado y 5% de concentrado proteico tuvieron un mayor incremento de peso de la carcasa en relación a su peso vivo para esta etapa. Por el contrario no se encontraron diferencias significativas ( $P>0.05$ ) para el peso relativo de la pechuga (15.76)

A los 21 días de edad no se encontró diferencia significativa ( $P>0.05$ ) entre tratamientos para el peso absoluto de la carcasa, por el contrario se encontró diferencias significativas ( $P<0.05$ ) entre los pesos absolutos de la pechuga siendo el tratamiento con 5% de harina de pescado el que resulto con el mayor peso (211.16).

Sin embargo esta diferencia no se reflejó en el peso relativo de la pechuga, ya que no se encontró diferencias significativas ( $P>0.05$ ) tanto para el peso relativo de la pechuga como para el peso relativo de la carcasa, observando que el uso del concentrado proteico genera una proporción en la ganancia de peso de la pechuga y carcasa estadísticamente igual al control y harina de pescado.

#### **4.9 Inmunocompetencia**

Los resultados sobre la Inmunocompetencia se presentan en el Cuadro 10, y en los Anexos XIII y XIV.

En el presente estudio se observa que no existe diferencia significativa ( $P>0.05$ ) entre los tratamientos respecto al índice morfométrico de la bursa (Rbu), índice morfométrico del bazo (Rba) y relación bursa/bazo (ba/bu) a lo largo del presente estudio (10 y 21 días).

Para los 10 días de edad se presentaron los valores de 2.01, 1.09 y 1.92 como promedios del índice morfométrico de la bursa, índice morfométrico del bazo y relación bursa/bazo respectivamente. Del mismo modo para los 21 días de edad los valores promedio son 2.48, 0.97 y 2.65 para el índice morfométrico de la bursa, índice morfométrico del bazo y relación bursa/bazo respectivamente.

Las relaciones obtenidas para Rbu fueron superiores a los reportados por Perozo-Marín *et al.* (2004) sin embargo concuerdan con la tendencia de los valores obtenidos por Martínez (2012) y Tambini *et al.* (2010), por otro lado Cazaban *et al.* 2015 propone que una relación mayor o igual a 1.1 es ideal para aves sanas.

En el presente estudio también podemos observar que el Rba muestra un pequeño descenso numérico entre los 10 y 21 días al igual que Martínez (2012), sin embargo estos datos tienen una tendencia a aumentar de peso al igual que Perozo-Marín *et al.* (2004), Tambini *et al.* (2010) y Wehner (1999), siendo más marcado en este último la relación que tiene el crecimiento del bazo con el crecimiento corporal, teniendo el bazo incluso un crecimiento proporcional mayor que el peso corporal, llegando a

**Cuadro 10: Efecto de un concentrado proteico sobre las características linfoideas.**

Variable	Tratamiento <sup>1</sup>				Probabilidad
	1	2	3	4	
<b>Morfometría de órganos linfoides</b>					
<i>A los 10 días de edad</i>					
Índice morfométrico de la Bursa	2.05 <sup>a</sup>	2.10 <sup>a</sup>	1.93 <sup>a</sup>	1.97 <sup>a</sup>	0.9324
Índice morfométrico del bazo	1.05 <sup>a</sup>	1.09 <sup>a</sup>	1.17 <sup>a</sup>	1.05 <sup>a</sup>	0.7639
Relación bursa/bazo	1.97 <sup>a</sup>	2.05 <sup>a</sup>	1.68 <sup>a</sup>	1.96 <sup>a</sup>	0.8158
<i>A los 21 días de edad</i>					
Índice morfométrico de la Bursa	2.63 <sup>a</sup>	2.18 <sup>a</sup>	2.70 <sup>a</sup>	2.41 <sup>a</sup>	0.5162
Índice morfométrico del bazo	1.00 <sup>a</sup>	0.97 <sup>a</sup>	1.01 <sup>a</sup>	0.89 <sup>a</sup>	0.8307
Relación bursa/bazo	2.77 <sup>a</sup>	2.29 <sup>a</sup>	2.72 <sup>a</sup>	2.82 <sup>a</sup>	0.6428

<sup>1</sup> *Tratamientos: T1: Control; T2: Tratamiento con adición de 5% de Harina de Pescado; T3: Tratamiento con adición de 5% de concentrado proteico; T4: Tratamiento con adición de 5.416% de concentrado proteico.*

registrar coeficientes de crecimiento alométrico de 3.28 y 2.92 para los 10 y 21 días respectivamente.

Pulido *et al.* (2001) utilizó la razón bursa/bazo (bu/ba) como un indicador de inmunocompetencia en aves vacunadas contra la enfermedad de Gumboro, reportando que índices con un valor superior a 2 pueden ser considerados como propios de una inmunocompetencia adecuada. Durante la investigación, el índice de bu/ba obtuvo valores cercanos y superiores a 2, indicando que la Bursa de Fabricio tuvo un peso promedio mayor que el bazo durante ese periodo (21 días).

#### 4.10 Metabolismo energético

Los resultados sobre el Metabolismo energético se presentan en el Cuadro 11, y en el Anexo XII.

Se observa que existen diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos para el peso absoluto y relativo de la grasa abdominal. Correspondiéndole los valores más altos al Tratamiento 3. No obstante estas diferencias no se mantienen a lo largo del

presente estudio ya que para los 21 días de edad no se observa diferencias significativas en el peso absoluto y relativo de la grasa abdominal, teniendo como valores promedio 17.01 y 1.75 respectivamente.

Si bien no existieron diferencias significativas entre tratamientos, estos valores concuerdan con estudios anteriores (Kassim, H. and S. Suwanpradit, 1996) los cuales se observaron valores de 1.77 de peso relativo de grasa abdominal (dieta con 20% de proteína y 3200 kcal) a los 21 días de edad.

**Cuadro 11: Efecto de un concentrado proteico sobre el metabolismo energético (grasa abdominal).**

Periodo/medición	Tratamiento <sup>1</sup>				Probabilidad
	1	2	3	4	
<i>A los 10 días de edad</i>					
Peso absoluto de la grasa abdominal	1.85 <sup>bc</sup>	1.49 <sup>c</sup>	2.65 <sup>a</sup>	2.29 <sup>ab</sup>	0.0181
Peso relativo de la grasa abdominal %	0.71 <sup>b</sup>	0.60 <sup>b</sup>	1.00 <sup>a</sup>	0.94 <sup>a</sup>	0.0084
<i>A los 21 días de edad</i>					
Peso absoluto de la grasa abdominal	15.13 <sup>a</sup>	18.03 <sup>a</sup>	17.46 <sup>a</sup>	17.41 <sup>a</sup>	0.3625
Peso relativo de la grasa abdominal %	1.67 <sup>a</sup>	1.75 <sup>a</sup>	1.77 <sup>a</sup>	1.79 <sup>a</sup>	0.8191

<sup>1</sup> *Tratamientos: T1: Control; T2: Tratamiento con adición de 5% de Harina de Pescado; T3: Tratamiento con adición de 5% de concentrado proteico; T4: Tratamiento con adición de 5.416% de concentrado proteico.*

## V. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos y teniendo en cuenta las condiciones en las que se llevó a cabo el presente estudio, se puede establecer las siguientes conclusiones:

El concentrado proteico puede reemplazar a la harina de pescado (peso a peso o en base al aporte de proteína total) en dietas de preinicio (1 a 10 días de edad) de pollos de carne.

El peso del animal, y variables relacionadas con el crecimiento corporal (crecimiento alométrico) fueron influenciadas de igual manera por todos los tratamientos. Los coeficientes de crecimiento alométrico de los órganos del aparato digestivo demuestran que el concentrado proteico no genera diferencias entre la absorción de nutrientes entre tratamientos.

El uso del concentrado proteico no afecta la composición corporal entre los tratamientos, este genera una proporción en la ganancia de peso de la pechuga y carcasa estadísticamente igual a la harina de pescado.

La suplementación del concentrado proteico no afecta el crecimiento normal de la bursa y bazo, no encontrando diferencias significativas entre tratamientos en referencia a los índices morfométrico y relación bursa/bazo. Las aves no fueron afectadas por factores de estrés (infecciosos y no infecciosos) que pueden alterar el normal desarrollo del sistema inmune. Estos resultados nos permiten concluir también que el estado nutricional en las aves, afectado por la deficiencia de algún aminoácido (arginina), no se vio afectado por el uso del concentrado proteico.

El uso del concentrado proteico en la dieta nos proporciona un peso absoluto y relativo de la grasa abdominal igual que la harina de pescado, se puede concluir que el concentrado proteico proporciona la energía, proteína y tipo de grasas adecuadas para el correcto funcionamiento del metabolismo energético del ave.

## **VI. RECOMENDACIONES**

En base a los resultados y conclusiones establecidas en esta investigación se recomienda tomar las siguientes sugerencias:

Usar el concentrado proteico como reemplazo de la harina de pescado, dependiendo del precio y calidad de esta última.

Probar el uso del concentrado proteico en distintas proporciones con la harina de pescado, para ver si tienen un efecto sinérgico.

Evaluar los índices morfométricos de la bursa, bazo y la relación bursa/bazo durante toda una campaña (42 días), para tener una mejor visión de la tendencia de estos indicadores.

Usar las mediciones de crecimiento corporal, composición corporal, inmunocompetencia y metabolismo energético como complemento de los estudios futuros en parámetros productivos ya que brindan una mejor perspectiva y un estudio más completo.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, K. A. AND A. J. DAVIS. 2001. Dietary protein concentration regulates the mRNA expression of chicken hepatic malic enzyme. *J. Nutr.* 131:2269-2274.
- ALAMSYAH, E; DHILLON, AS; EVERMANN, JF. 1993. Comparative pathogenicity and serogrouping of three Washington isolates of Infectious Bursal Disease Virus. *Avian Dis.* 37:655-659.
- AMARAL R. 2005. Efeito do tipo e da forma física da ração pré-inicial e da idade das matrizes sobre o desempenho de frangos de corte. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo. 102 pp.
- ARAÚJO, C.S.; STRINGHINI, J.H.; ARAÚJO L.F.; ARTONI S. M. B. Y JUNQUEIRA O. M. 1999. Manejo nutricional de frangos de corte na fase pré-inicial. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 7(2): 77-84.
- BACK, DW; GOLDMAN, MJ; FISCH, JE; OCHS, RS; GOODRIDGE, AG. 1986. The fatty acid synthase gene in avian liver. Two mRNAs are expressed and regulated in parallel by feeding, primarily at the level of transcription. *J. Biol. Chem.* 261:4190-4197.
- BAIÃO, N. C. AND L. J. C. LARA. 2005. Oil and fat in broiler nutrition. *Brazilian J. Poult. Sci.* 7:129-141.
- BARNES D.M., KIRBY Y. K. AND OLIVER K. G. 2001. Effects of biogenic amines on growth and the incidence of proventricular lesions in broiler chickens. *Poultry Science* 80: 906-911.

- BECKER, WA; SPENCER, JV; MIROSH, LW; VERSTRATE, JA. 1979. Prediction of fat and fat free live weight in broiler chickens using back skin fat, abdominal fat and live body weight. *Poult. Sci.* 58:835-842.
- BIGOT K., GRASTEAU S., PICARD M. AND TESSERAUD S. 2003. Effects of delayed feed intake on body, intestine, and muscle development in neonate broilers. *Poultry Science.* 82: 781-788.
- BIGOT K., TESSERAUD S., TAOUIS M., PICARD M. 2001. Alimentation néonatale et développement précoce du poulet de chair. *INRA Productions Animals.* 14: 219 – 230.
- BOWES, VA; JULIAN, RJ. 1988. Organ weights of normal broiler chickens and those dying of sudden death syndrome. *Can. Vet. J.* 29:153-156.
- BUTTERWITH, S. C. 1989. Contribution of lipoprotein lipase activity to the differential growth of three adipose tissue depots in young broiler chickens. *Br. Poult. Sci.* 30:927-933.
- CAZABAN CHRISTOPHE, NATALIA MAJO MASFERRER, ROSER DOLZ PASCUAL, MIQUEL NOFRARIAS ESPADAMALA, TAIANA COSTA, AND YANNICK GARDIN 2015. Proposed bursa of fabricius weight to body weight ratio standard in commercial broilers. *Poultry Science.* 00:1-6.
- CHAH, C. C., C. W. CARLSON, G. SEMENIUK, I. S. PALMERAND, AND C. W. HESSELTINE. 1975. Growth-promoting effects of fermented soybeans for broilers. *Poult. Sci.* 54:600–609.
- CHOI, J., J. SONG, Y. M. CHOI, D. J. JANG, E. KIM, I. KIM, AND K. M. CHEE. 2006. Daidzein modulations of apolipoprotein B and fatty acid synthase mRNA expression in chick liver vary depending on dietary protein levels. *Asian Australas. J. Anim. Sci.* 19:236-244.

- CLEMENTE, S. 2005. Efecto de dietas bajas en proteína y niveles de lisina sobre el desarrollo dinámico del músculo de pechuga en pollos de engorda. Tesis para la obtención del grado de Doctor en Philosophia en Nutricion Animal. Facultad de Zootecnia, Universidad Autonoma de Chihuahua, Mexico. Consultado 19 jul. 2015. Disponible en [eprints.uach.mx/92/1/ZOO-TP-00025.pdf](http://eprints.uach.mx/92/1/ZOO-TP-00025.pdf)
- COBB-VANTRESS. 2013. Guía de manejo del pollo de engorde. Consultado 20 jul. 2015. Disponible en <http://cobb-vantress.com/docs/default-source/default-document-library/cobb-broiler-management-guide---spanish.pdf>.
- COLLIN, A; MALHEIROS, RD; MORAES, VMB; VAN AS, P; DARRAS, VM; TAOUIS, M; DECUYPERE, E; BUYSE, J. 2003. Effects of dietary macronutrient content on energy metabolism and uncoupling protein mRNA expression in broiler chickens. Br. J. Nutr. 90:261-269.
- CRESPO, N. AND E. ESTEVE-GARCIA. 2001. Dietary fatty acid profile modifies abdominal fat deposition in broiler chickens. Poult. Sci. 80:71-78.
- CRESPO, N. AND E. ESTEVE-GARCÍA. 2002A. Dietary polyunsaturated fatty acids decrease fat deposition in separable fat depots but not in the remainder carcass. Poult. Sci. 81:512-518.
- CRESPO, N. AND E. ESTEVE-GARCÍA. 2002B. Dietary linseed oil produces lower abdominal fat deposition but higher de novo fatty acid synthesis in broiler chickens. Poult. Sci. 81:1555-1562.
- CUERVO, M; GÓMEZ, C; ROMERO, H. 2002. Efecto de la utilización de un suplemento nutricional hidratado en pollos de engorde recién nacidos. Rev Col Cienc Pec 15 (3): 319-329.
- DESHMUKH, S; ASRANI, RK; LEDOUX, DR; ROTTINGHAUS, GE; BERMUDEZ, AJ; GUPTA, VK. 2007. Pathologic changes in extrahepatic organs and agglutinin response to *Salmonella gallinarum* infection in Japanese

quail fed *Fusarium verticillioides* culture material containing known levels of Fuminisin B1. *Avian Dis.* 51:705-712.

DIBNER J., KNIGHT C.D., IVEY F.J. 1998. The feeding of neonatal poultry. *World's Poultry Science Journal.* 5: 36-42.

DOHMS, J; SAIF, M. 1984. Criteria for evaluating immunosuppression. *Avian Diseases.* 28: 305-310.

DUNCAN, D.B. 1955. Multiple fand multiple range Test. *Biometrics* 11: 1-41.

FAN, HP; XIE, M; WANG, WW; HOU, SS; HUANG, W. 2008. Effects of dietary energy on growth performance and carcass quality of white growing pekin ducks from two to six weeks of age. *Poult. Sci.* 87:1162-1164.

FEDNA, 2003. Tablas Fedna de composición y valor nutritivo de alimentos para la formulación de piensos compuestos. De Blas, C.; Mateos, G.G. y. Rebollar, P.G (eds.). Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, España. 423 pp.

FEDNA, 2008. Necesidades Nutricionales para Avicultura: pollos de carne y aves de puesta. Lázaro R. y Mateos G.G. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, España. 79 pp.

FEDNA, 2015. Ingredientes para piensos - Concentrado de proteína de soja, fermentación [Pagina web] [Consultado 11 agosto 2015]. Disponible en: [http://www.fundacionfedna.org/ingredientes\\_para\\_piensos/concentrado-de-prote%C3%ADna-de-soja-fermentaci%C3%B3n](http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/concentrado-de-prote%C3%ADna-de-soja-fermentaci%C3%B3n)

FEDNA, 2015. Ingredientes para piensos – Harina de Pescado 70/9/13 [Pagina web] [Consultado 11 Diciembre 2015]. Disponible en: [http://www.fundacionfedna.org/ingredientes\\_para\\_piensos/harina-de-pescado-70913](http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/harina-de-pescado-70913)

- FEDNA, 2015. Ingredientes para piensos – Harina de soja 47% PB [Pagina web] [Consultado 11 Diciembre 2015]. Disponible en: [http://www.fundacionfedna.org/ingredientes\\_para\\_piensos/harina-de-soja-47-pb](http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/harina-de-soja-47-pb)
- FENG, J., X. LIU, Z. R. XU, Y. Y. LIU, AND Y. P. LU. 2007a. Effects of *Aspergillus oryzae* 3.042 fermented soybean meal on growth performance and plasma biochemical parameters in broilers. *Anim. Feed Sci. Technol.* 134:235– 242
- FENG, J., X. LIU, Z. R. XU, Y. P. LU, AND Y. Y. LIU. 2007b. The effect of *Aspergillus oryzae* fermented soybean meal on growth performance, digestibility of dietary components and activities of intestinal enzymes in weaned piglets. *Anim. Feed Sci. Technol.* 134:295–303.
- FERRINI, G., E. G. MANZANILLA, D. MENOYO, E. ESTEVE-GARCIA, M. D. BAUCCELLS, AND A. C. BARROETA. 2010. Effects of dietary n-3 fatty acids in fat metabolism and thyroid hormone levels when compared to dietary saturated fatty acids in chickens. *Livest. Sci.* 131:287-291.
- FRAYSE, JL. E A. DARRE. 1990. Sur quelles bases économiques et biologiques, vol 1 Ed. Tec. & Doc. Lavoissier. Paris. 373pp.
- GARCIA A. AND BATAL A. B. 2005. Changes in the digestible lysine and sulfur amino acid needs of broiler chicks during the first three weeks posthatching. *Poultry Science* 84: 1350-1355.
- GARCÍA, M. 2000. Evaluación de complejos enzimáticos en alimentación de pollos de engorde. Tesis para optar por el grado académico de Doctor Ingeniero Agrónomo. Universidad Politécnica de Madrid, España. Consultado 29 jul. 2015. Disponible en <http://oa.upm.es/837/1/02200009.pdf>.
- GAYON, J. (2000). History of the Concept of Allometry. *American Zoologist* 40 : 748758.

- GEYRA A., UNI Z., SKLAN D. 2001. Enterocyte dynamics and mucosal development in the posthatch chick. *Poult Sci.* 80: 776 – 782.
- GIAMBRONE, J; DIENER, V. 1990. Effects of aflatoxin on young turkeys and broiler chickens. *Poultry Sci.* 69. pp. 1976.
- GILBERT E. R., WONG E.A. AND WEBB K.E. JR. 2008. Peptide absorption and utilization: Implications for animal nutrition and health. *J. Anim. Sci.* 86: 2135-2155.
- GOMES G.A. 2007. Nutrição pós-eclosão de frangos de corte. Dissertação (Maestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. Universidade de São Paulo, Brasil. 118 pp.
- GONDIM, C.A DE SOUZA. 2003. Níveis nutricionais de sódio e de proteína e fontes de energia para pintos de corte na fase pré inicial. Universidade Federal de Vicosa. Brasil. 132 pp.
- GRIEVE, D. 1991. Inmunología aviar y aplicaciones prácticas. Memorias del XII Congreso Latinoamericano de Avicultura. Septiembre 12-16. Quito – Ecuador, p. 1-16.
- HAMMOND, J. 1960. Farm animals: Their growth, breeding and inheritance. Edward Arnold Publishers. 3rd edition. London. Tomo 8, 322 p health of the gastrointestinal tract. M.C. Bock, H.A. Vahl, L. de Lange, A.E. Van de Braak, G.
- HAN I.K AND LEE J.H 2000. The role of synthetic aminoacids in monogastric animal production. *Asian-Aus. J. Animal Sci.* 4: 543-560.
- HALEVY, O., GEYRA A., BARAK M.; UNI Z.; SKLAN D. 2000. Early posthatch starvation decreases satellite cell proliferation and skeletal muscle growth in chicks. *Journal of Nutrition.* 130: 858-864.

- HERMIER, D. 1997. Lipoprotein metabolism and fattening in poultry. *J. Nutr.* 127:805-808.
- HERNÁNDEZ, M. 1998. Caracterización del desarrollo de la bursa de Fabricio, timo y bazo en aves tipo Leghorn, libres de patógenos específicos. Tesis de grado para optar al Grado académico de Licenciado en Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile, pp. 1-55. Consultado 15 abr. 2015. Disponible en <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/1998/fvh557c/doc/fvh557c.pdf>
- HIRABAYASHI, M., T. MATSUI, H. YANO, AND T. NAKAJIMA. 1998. Fermentation of soybean meal with *Aspergillus usarii* reduces phosphorus excretion in chicks. *Poult. Sci.* 77:552–556.
- HONG, K. J., C. H. LEE, AND S. W. KIM. 2004. *Aspergillus oryzae* GB-107 fermentation improves nutritional quality of food soybeans and feed soybean meals. *J. Med. Food* 7:430–435.
- HORSEY V., FRIDAY B.B., MATTESON S., KEGLEY K.M., GEPHART J., AND PAVLATH G.K. 2001. Regulation of the growth multinucleated muscle cells by an NFATC2-dependent pathway. *Journal of Cell Biology.* 153: 329-338.
- ILYAS, A., M. HIRABAYASHI, T. MATSUI, H. YANO, T. KIKUSHIMA, M. TAKEBE, AND K. HAYAKAWA. 1995. The note on the removal of phytic acid in soybean meal using *Aspergillus usarii*. *Asian-australas. J. Anim. Sci.* 8:135–138.
- ISMAIL, NM; SAIF, YM; WIGLE, GB; HAVENSTEIN, GB; JACKSON, C. 1990. Infectious Bursal Disease virus variant from comercial Leghorn pullets. *Avian Dis.* 34: 141-145.
- JARAMILLO A. H. 2011. Evaluación de la mezcla de un prebiótico y un ácido orgánico en la salud intestinal y parámetros productivos de pollos de engorde.

Tesis para el título de Magíster en Ciencias Agrarias, convenio entre Universidad Nacional de Colombia y Universidad del Tolima. Ibagué, Colombia 2011.

- JLALI, M., V. GIGAUD, S. MÉTAYER-COUSTARD, N. SELIER, S. TESSERAUD, E. LE BIHAN-DUVAL, AND C. BERRI. 2012. Modulation of glycogen and breast meat processing ability by nutrition in chickens: Effect of crude protein level in 2 chicken genotypes. *J. Anim. Sci.* 90:447-455.
- KASSIM, H AND SUWANPRADIT, S. 1996a. The effect of energy levels on the carcass composition of the broilers. *Asian J. Anim. Sci.* 9:331-335.
- KASSIM, H. AND SUWANPRADIT, S. 1996b. The effects of dietary protein levels on the carcass composition of starter and grower broilers. *Asian Australas. J. Anim. Sci.* 9:261-266.
- KIERS, J. L., J. C. MEIJER, M. J. NOUT, F. M. ROMBOUTS, M. J. NABUURS, AND J. VAN DER MEULEN. 2003. Effect of fermented soya beans on diarrhoea and feed efficiency in weaned piglets. *J. Appl. Microbiol.* 95:545–555.
- KUNEY, DR; BICKFORD, AA; BELL, DD; ERNST, RA. 1981. The significance of bursal size-follow-up studies and further interpretation of a survey in White Leghorn chickens. *Proceedings of 30<sup>th</sup> Western Poultry Disease Conference and 15<sup>th</sup> Poultry Health Symposia.* pp. 9-12.
- KWAK, H; AUSTIC, R; DIETERT, R. 1999. Influence of dietary arginine concentration on lymphoid organ growth in chickens. *Poult. Sci.* 78: 1536-1540.
- LEESON S. 2006. Temas de interés presentes y futuros en nutrición de aves. XXII Curso de Especialización FEDNA. 143-150.
- LEESON S. 2008. Predictions for Commercial Poultry Nutrition. *J. Appl. Poult. Res.* 17: 315-322.

- LI, Z; NESTOR, K; SAIF, Y; ANDERSON, J; PATTERSON, R. 2001. Effect of selection for increased body weight in turkeys on lymphoid organ weights, phagocytosis, and antibody response to Fowl Cholera and Newcastle Disease-inactivated vaccines. *Poult. Sci.* 80:689-694.
- LILBURN, M. S. 1998. Practical aspects of early nutrition for poultry. *J. Appl. Poult. Res.* 7: 420 – 424.
- MAIORKA, A., DAHLKE, F.; FURQUIM DE AZEVEDO, M.S. 2006. Broiler adaptation to post- hatching period. *Ciencia Rural.* 36: 701 – 708.
- MARTÍNEZ P., D. 2012. Evaluación de un producto a base de aceite esencial de orégano sobre la integridad intestinal, la capacidad de absorción de nutrientes y el comportamiento productivo de pollos de carne. Tesis para optar el grado de Mg. Sc. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú.
- MATHIVANAN, R.; SELVARAJ P. AND NANJAPPAN K. 2006. Feeding of Fermented Soybean Meal on Broiler Performance. *International Journal of Poultry Science* 5 (9): 868-872.
- MATSUI, T., M. HIRABAYASHI, Y. IWAMA, T. NAKAJIMA, F. YANO, AND H. YANO. 1996. Fermentation of soya-bean meal with *Aspergillus usarii* improves phosphorus availability in chicks. *Anim. Feed Sci. Technol.* 60:131–136.
- MCGILL E.R. 2009. Effects of low crude protein diets with amino acid supplementation on broiler performance in the starter period. A Thesis presented to the Faculty of the Graduate School University of Missouri-Columbia. Degree Master of Science. 98 pp.

- MIKULEC, Z., N. MAS, T. MASEK, AND A. STRMOTIC. 2004. Soybean meal and sunflower meal as a substitute for fish meal in broiler diet. *Vet. Arhiv.* 74:271–279.
- MOSTL, E; PALME, R. 2002. Hormones as indicators of stress. *Dom Anim Endocrinol.* 23:67-74
- MOZDZIAK, P.E.; EVANS, J.J; MCCOY, D.W. 2002a. The effect of early posthatch nutrition on satellite cell mitotic activity. *Poultry Science.* 81: 1703-1708.
- MOZDZIAK, P.E.; EVANS, J.J; MCCOY, D.W. 2002b. Early posthatch starvation induces myonuclear apoptosis in chickens. *Journal of Nutrition.* 132: 901-903.
- NASCIMENTO, A.H.; SILVA, J.H.V.; ALBINO, L.F.T. 2004. Energia metabolizável e relação energia:proteína bruta nas fases pré-inicial e inicial de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia.* 33: 911-918.
- NEWMAN, R. E., W. L. BRYDEN, E. FLECK, J. R. ASHES, W. A. BUTTEMER, L. H. STORLIEN, AND J. A. DOWNING. 2002. Dietary n-3 and n-6 fatty acids alter avian metabolism: metabolism and abdominal fat deposition. *Br. J. Nutr.* 88:11-18.
- NOY, Y.; SKLAN, D. 2001. Yolk and Exogenous Feed Utilization in the Posthatch Chick. *Poultry Sci.* 80: 1490–1495.
- NOY, Y., SKLAN, D. 1999. Energy utilization in newly hatched chicks. *Poultry Science.* 78: 1750 – 1756.
- PEROZO-MARÍN, F; NAVA, J; MAVÁREZ, Y; ARENAS, E; SERJE, P; BRICEÑO, M. 2004. Caracterización morfométrica de los órganos linfoides en pollos de engorde de la línea Ross criados bajo condiciones de campo en el estado Zulia, Venezuela. *Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XIV, N°*

3, p. 217 – 225. Consultado 26 de ene. 2015. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/959/95914305.pdf>

PULIDO, M; BARCELO, S; PERERA, C. 2001. Relaciones entre algunos de los indicadores morfométricos de los órganos linfoides y la inmunocompetencia en pollos. *Rev. Cubana de Ciencia Avícola* 25(1): 45-50.

PUVADOLPIROD, S; THAXTON, J. 2000. Model of physiological stress in chicks. *Poult. Sci.* 79:363-369.

RABIE, MH. AND SZILAGYI, M. 1998. Effects of L-carnitine supplementation of diets differing in energy levels on performance, abdominal fat content, and yield and composition of edible meat of broilers. *Br. J. Nutr.* 80:391-400.

RAVINDRAN V. 2003. Development of digestive function in neonatal poultry: physiological limitations and potential. *Proc. Aust. Sci. Sym.*

REGOST, C., J. ARZEL, AND S. J. KAUSHIK. 1999. Partial or total replacement of fish meal by corn gluten meal in diet for turbot (*Psetta maxima*). *Aquaculture* 180:99–117.

ROCHA, P.T., STRINGHINI, J.H., ANDRADE, M.A., LEANDRO, N.S.M., ANDRADE, M.L. Y CAFÉ M.B. 2003. Desempenho de frangos de corte alimentados con rações préiniciais contendo diferentes níveis de proteína bruta e energia metabolizável. *Revista Brasileira de Zootecnia.* 32: 162-170.

ROSALES, AG; VILLEGAS, P; LUKERT, PD; FLETCHER, OG; MOHAMED, MA; BROWN, J. 1989. Isolation, identification and pathogenicity of two field strains of Infectious Bursal Virus. *Avian Dis.* 33:35-41.

- ROSEBROUGH, R. W., B. A. RUSSELL, AND M. P. RICHARDS. 2008. Short term changes in expression of lipogenic genes in broilers (*Gallus gallus*). *Comp. Biochem. Physiol. Part A Mol. Integr. Physiol.* 149:389-395.
- ROSEBROUGH, R. W., B. A. RUSSELL, AND M. P. RICHARDS. 2011. Further studies on short-term adaptations in the expression of lipogenic genes in broilers. *Comp. Biochem. Physiol. Part A Mol. Integr. Physiol.* 159:1-6.
- ROSEBROUGH, R. W., S. M. POCH, B. A. RUSSELL, AND M. P. RICHARDS. 2002. Dietary protein regulates in vitro lipogenesis and lipogenic gene expression in broilers. *Comp. Biochem. Physiol. Part A Mol. Integr. Physiol.* 132:423-431.
- ROSTAGNO, H.S., TEXEIRA L.F., GOMES P.C., DE OLIVEIRA R.T., FERREIRA A.S., DE TOLEDO S.L. 2005. *Tablas brasileñas para Aves y Cerdos: Composición de Alimentos y Requerimientos Nutricionales*. 2da Edición. Universidad Federal de Viçosa.
- RUTZ F.; RECH, J.L.; ANCIUTI M. A.; AND XAVIER E. G. 2004. Nutrition of the modern broiler. *Poultry Service Industry Workshop October 5 - 7. Brazil*. Pp 71 – 78.
- RYNSBURGER, M. J. 2009. Physiological and nutritional factors affecting protein digestion in broiler chickens. Thesis for the Degree of Maste of Sciencie in the Department of Animal and Poultry Sciencie. University of Saskatchewan, Canada. 108 pp.
- SAKI A.A. 2005. Effect of post-hatch feeding on broiler performance. *Journal of Poultry Science*. 4: 4-6.
- SAKOMURA, N. K.; FARIA FILHO, D. E.; JACOB, D. V.; ANGELO, J. C.; MALHEIROS, E. B. 2002. Uso de dieta pré-inicial sobre o

desempenho de frangos de corte de 1 a 21 idade. *Ars. Veterinaria Jaboticabal*. 3: 191-196.

SALAZAR, P. 1997. Aislamiento, estudio de patogenicidad, serotipificación y estudio de protección de aislados nacionales del virus de la Bursitis infecciosa Aviar. Tesis de Grado para optar al Grado académico de Licenciado en Medicina Veterinaria. Instituto de Patología Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile.

SANDOVAL, G; ZBINDEN, C; TERRAES, J; REVIDATTI, F; FERNÁNDEZ, R. 2002. Relación Heterófilo/linfocito e índice morfométrico bursal como indicadores de estrés crónico en pollos parrilleros. *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas*. Año 2002, N° 44. Consultado 1 abr. 2012. Disponible en <http://wwwl.unne.edu.ar/cyt/2002/04-Veterinarias/V-044.pdf>

SANZ, M., A. FLORES, AND C. J. LOPEZ-BOTE. 2000A. The metabolic use of energy from dietary fat in broilers is affected by fatty acid saturation. *Br. Poult. Sci.* 41:61-68.

SANZ, M., A. FLORES, P. PEREZ DE AYALA, AND C. J. LOPEZ-BOTE. 1999. Higher lipid accumulation in broilers fed on saturated fats than in those fed on unsaturated fats. *Br. Poult. Sci.* 40:95-101.

SANZ, M., C. J. LOPEZ-BOTE, D. MENOYO, AND J. M. BAUTISTA. 2000B. Abdominal fat deposition and fatty acid synthesis are lower and  $\beta$ -oxidation is higher in broiler chickens fed diets containing unsaturated rather than saturated fat. *J. Nutr.* 130: 3034-3037.

SAS INSTITUTE, 1999. *Statistical Analysis System, User's Guide Statistics*, version 8. SAS Institute Inc. Cary, North Carolina USA.

- SELL, J.L. 1996. Physiological limitations and potential for improvement in gastrointestinal tract function of poultry. *J. Appl. Poultry Res.* 5: 96-101.
- SELL, JL; ÁNGEL, CR; PIQUER, FJ; MALLARINO, EG; AL-BATSHAN HA. 1991. Development patterns of selected characteristics of the gastrointestinal tract of young turkeys. *Poult. Sci.* 70:1200-1205.
- SIEGEL, P. B.; DUNNINGTON E. A. 1998. Resource allocations: growth and immune responses. In.: European Poultry Conference. *Anales Jerusalém.* 123 pp.
- SKLAN D.; NOY, Y. 2000. Hydrolysis and absorption in the small intestines of posthatch chicks. *Poultry Science.* 79: 1306 – 1310.
- STRINGHINI, J. H.; RESENDE, A.; CAFÉ, M. B.; LEANDRO, N. S. M.; ANDRADE, M. A. 2003. Efeito do peso inicial dos pintos e do período da dieta pré-inicial sobre o desempenho de frangos de corte. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia.* 32: 353-360.
- TAMBINI A., ANTONIO; ALBA C., MÓNICA; PERALES C, ROSA AND FALCON P, NÉSTOR. 2010. Evaluación anátomo-histopatológica de bursa, timo y bazo de pollos de carne criados sobre cama reutilizada vs. cama nueva. *Rev. investig. vet. Perú* [online]. 2010, vol.21, n.2 [cited 2015-08-17], pp. 180-186.
- TANAKA, K; OHYANI, S; SHIGENO, K. 1983. Effect of increasing dietary energy on hepatic lipogenesis in growing chicks. II. Increasing energy by fat or protein supplementation. *Poult. Sci.* 62:452-458.
- TAVERNARI F. C. Y MENDES A. M. 2009. Desenvolvimento, crescimento e características do Sistema digestório de aves. *Revista Electronica Nutritime.*6: 1103-1115.

- TEIMOURI A., RAZAEI M., POURREZA J., SAYYAHZADEHH H., WALDROUP P.W. 2005. Effect of diet dilution on the starter period on performance and carcass characteristics of broiler chicks. *International Journal of poultry Science*. 12: 1006-1011.
- THOMAS, VG; MAINGUY, SK; PREVETT, JP. 1983. Predicting fat-content of geese from abdominal fat weight. *J. Wildl. Manage.* 47:1115-1119.
- TOLIMIR, N; PERIĆ, L; MILOŠEVIĆ, N; BOGDANOVIĆ, V. 2010. The effect of multiphase nutrition on production performances of broilers. *Biotechnology in Animal Husbandry*. 26: 83-90.
- ULLOA, J. 1999. Caracterización del desarrollo de la bursa de Fabricio, timo y bazo en pollos de engorde comerciales. *Memorias del XIV Congreso Latinoamericano de Avicultura*. Lima – Perú, p. 23-33.
- UNI, Z.; SAHAR, G. Y SKLAN, D. 1998. Posthatch development of mucosal function in the broiler small intestine. *Poultry Science*. 77: 75 – 82.
- UNI, Z.; NOY, Y.; SKLAN, D. 1999. Posthatch development of small intestinal function in the poul. *Poultry Science*. 78: 215 – 222.
- UNI, Z.; NOY, Y.; SKLAN, D. 1995. Posthatch changes in morphology and function of the small intestines in heavy- and light-strain chicks. *Poult. Sci.* 74(10): 1622-1629.
- WANG, L.; WEN, C.; JIANG, Z. AND ZHOU, Y. 2012. Evaluation of the partial replacement of highprotein feedstuff with fermented soybean meal in broiler diets. *Poultry Science*. 21 :849–855.
- WEHNER, ROLF. 1999. Caracterización del desarrollo de la bolsa de Fabricio, Timo y Bazo en pollos broiler comerciales. Tesis de Grado para optar al Grado académico de Licenciado en Medicina Veterinaria. Instituto de

Patología Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile.

XAVIER S.A.G, STRINGHINI J.H., BRITO A.B., ANDRADE M.A., CAFÉ M.B., LEANDRO N.S. 2011. Feather and blood meal in pre-starter and starter diets for broilers. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 40: 1745-1752.

XIE, M; ZHAO, JN; HOU, SS; HUANG, W. 2010. The apparent metabolizable energy requirement of White Pekin ducklings from hatch to 3 weeks of age. *Anim. Feed Sci. Technol.* 157: 95-98.

YALÇIN, S; ÖZKUL, H; ÖZKAN, S; GOUS, R; YAŞA, I; BABACANOĞLU, E. 2010. Effect of dietary protein regime on meat quality traits and carcass nutrient content of broilers from two commercial genotypes. *Br. Poult. Sci.* 51:621-628.

## **VIII. ANEXOS**

## **ANEXO I: Ficha Técnica del concentrado proteico FMR Ω3 ®**

### 1. Descripción del producto

FMR Ω3 ® ha sido desarrollado como un replazante de la harina de pescado. FMR Ω3 consiste de una balanceada formulación de proteína de alta digestibilidad, aminoácidos, y ácidos grasos Omega 3. FMR Ω3 contiene 100% de proteína procesada de origen vegetal, adicionalmente contiene Glutamina para el óptimo desarrollo de la vellosidad intestinal y salud intestinal. Sus estándares de calidad garantizan el aporte constante de los niveles de proteína, energía y calidad microbiológica.

### 2. Composición

Su composición se basa en el empleo de:

- Semillas de oleaginosas.
- Semillas de cereales.
- Aminoácidos sintéticos.
- Aceite estabilizado de pescado.
- Antioxidantes.
- Saborizantes

No se especifica las proporciones de estos componentes.

### 3. Composición nutricional

La composición detallada del FMR Ω3 ® se muestra a continuación.

### Composición y valor nutricional del concentrado proteico.

<b>Composición química del concentrado proteico</b>			
Humedad		6.4 %	
Proteína		58 %	
Extracto Etéreo		6 %	
Fibra Cruda		3.2 %	
Ceniza		5.5%	
ELN		20.9 %	
Calcio		0.21%	
Fósforo Total		0.43%	
Fósforo Digestible		0.15%	
<b>Perfil de aminoácidos</b>			
Lisina	4.22%	Lisina Digestible	3.86%
Metionina	1.57%	Metionina Digestible	1.49%
Cistina	1.00%	Cistina Digestible	0.88%
Treonina	1.85%	Treonina Digestible	1.52%
Triptófano	0.61%	Triptófano Digestible	0.55%
Glutamina	14.9%		
Arginina	3.10%		

Aporte de Energía:

Aves: Energía metabolizable 3.25 Mcal/Kg

Cerdos: Energía Neta 2.25 Mcal/Kg

#### 4. Especificaciones

Aspecto	Polvo
Color	Hueso

#### 5. Utilización

Se incorpora en alimentos balanceados de aves y cerdos.

#### 6. Dosis

Para ser administrado vía alimento en condiciones normales a razón de 5 a 10% en la fórmula. En casos de estrés o enfermedad, los niveles de inclusión recomendados son:

Broiler:

Inicio 2.5 - 4%

Crecimiento 2.5%

Reproductoras:

18 a 40 semanas 2.0 - 3.0%

40 a 72 semanas 2.0%

Ponedoras:

Inicio de producción 2.0 - 3.0%

Problemas entéricos 3.0 - 4.0%

**ANEXO II: Registro sobre los pesos vivos (Kg/pollo) por tratamiento con sus respectivas repeticiones.**

Tratamiento	Repetición	Días		
		0	10	21
<b>T – 1</b>	1	0.052	0.274	0.777
	2	0.049	0.271	0.861
	3	0.055	0.279	0.875
	4	0.045	0.261	0.956
	5	0.056	0.285	0.913
	<b>Promedio</b>	<b>0.051</b>	<b>0.274</b>	<b>0.876</b>
<b>T – 2</b>	1	0.050	0.266	0.899
	2	0.056	0.281	0.928
	3	0.045	0.265	0.843
	4	0.052	0.273	0.886
	5	0.053	0.279	0.933
	<b>Promedio</b>	<b>0.051</b>	<b>0.273</b>	<b>0.898</b>
<b>T – 3</b>	1	0.051	0.266	0.836
	2	0.056	0.290	0.888
	3	0.045	0.260	0.821
	4	0.052	0.278	0.893
	5	0.053	0.281	0.917
	<b>Promedio</b>	<b>0.051</b>	<b>0.275</b>	<b>0.871</b>
<b>T – 4</b>	1	0.056	0.280	0.916
	2	0.049	0.263	0.887
	3	0.055	0.269	0.876
	4	0.052	0.265	0.789
	5	0.045	0.250	0.849
	<b>Promedio</b>	<b>0.051</b>	<b>0.266</b>	<b>0.863</b>

*Tratamientos: T1: Control; T2: Tratamiento con adición de 5% de Harina de Pescado; T3: Tratamiento con adición de 5% de concentrado proteico; T4: Tratamiento con adición de 5.416% de concentrado proteico.*

**ANEXO III: Registro sobre las ganancias de peso (Kg/pollo) por tratamiento con sus respectivas repeticiones.**

Tratamiento	Repetición	Peso Inicia	Días		Ganancia de peso final
			0-10	21	
<b>T – 1</b>	1	0.052	0.222	0.503	0.725
	2	0.049	0.222	0.590	0.812
	3	0.055	0.224	0.596	0.820
	4	0.045	0.216	0.695	0.911
	5	0.056	0.229	0.628	0.857
	<b>Promedio</b>	<b>0.051</b>	<b>0.223</b>	<b>0.602</b>	<b>0.825</b>
<b>T – 2</b>	1	0.050	0.216	0.633	0.849
	2	0.056	0.225	0.647	0.872
	3	0.045	0.22	0.578	0.798
	4	0.052	0.221	0.613	0.834
	5	0.053	0.226	0.654	0.880
	<b>Promedio</b>	<b>0.051</b>	<b>0.222</b>	<b>0.625</b>	<b>0.847</b>
<b>T – 3</b>	1	0.051	0.215	0.570	0.785
	2	0.056	0.234	0.598	0.832
	3	0.045	0.215	0.561	0.776
	4	0.052	0.226	0.615	0.841
	5	0.053	0.228	0.636	0.864
	<b>Promedio</b>	<b>0.051</b>	<b>0.224</b>	<b>0.596</b>	<b>0.820</b>
<b>T – 4</b>	1	0.056	0.224	0.636	0.860
	2	0.049	0.214	0.624	0.838
	3	0.055	0.214	0.607	0.821
	4	0.052	0.214	0.524	0.737
	5	0.045	0.205	0.599	0.804
	<b>Promedio</b>	<b>0.051</b>	<b>0.214</b>	<b>0.597</b>	<b>0.812</b>

*Tratamientos: T1: Control; T2: Tratamiento con adición de 5% de Harina de Pescado; T3: Tratamiento con adición de 5% de concentrado proteico; T4: Tratamiento con adición de 5.416% de concentrado proteico.*

**ANEXO IV: Registro sobre el consumo de alimento semanal (10 y 21 días) (Kg) para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.**

Tratamiento	Repetición	Días	
		10	21
T – 1	1	0.262	0.653
	2	0.256	0.760
	3	0.258	0.751
	4	0.253	0.867
	5	0.275	0.837
	<b>Promedio</b>	<b>0.261</b>	<b>0.774</b>
T – 2	1	0.256	0.799
	2	0.271	0.812
	3	0.241	0.720
	4	0.261	0.778
	5	0.274	0.819
	<b>Promedio</b>	<b>0.261</b>	<b>0.786</b>
T – 3	1	0.257	0.726
	2	0.275	0.771
	3	0.249	0.706
	4	0.261	0.772
	5	0.260	0.803
	<b>Promedio</b>	<b>0.260</b>	<b>0.756</b>
T – 4	1	0.264	0.796
	2	0.257	0.779
	3	0.258	0.771
	4	0.248	0.650
	5	0.245	0.760
	<b>Promedio</b>	<b>0.254</b>	<b>0.751</b>

*Tratamientos: T1: Control; T2: Tratamiento con adición de 5% de Harina de Pescado; T3: Tratamiento con adición de 5% de concentrado proteico; T4: Tratamiento con adición de 5.416% de concentrado proteico.*

**ANEXO V: Registro sobre el consumo de alimento (Kg) para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.**

Tratamiento	Repetición	Días	
		10	21
<b>T – 1</b>	1	0.262	0.915
	2	0.256	1.016
	3	0.258	1.009
	4	0.253	1.120
	5	0.275	1.112
	<b>Promedio</b>	<b>0.261</b>	<b>1.034</b>
<b>T – 2</b>	1	0.256	1.055
	2	0.271	1.083
	3	0.241	0.961
	4	0.261	1.039
	5	0.274	1.093
	<b>Promedio</b>	<b>0.261</b>	<b>1.046</b>
<b>T – 3</b>	1	0.257	0.983
	2	0.275	1.046
	3	0.249	0.955
	4	0.261	1.033
	5	0.260	1.063
	<b>Promedio</b>	<b>0.260</b>	<b>1.016</b>
<b>T – 4</b>	1	0.264	1.060
	2	0.257	1.036
	3	0.258	1.029
	4	0.248	0.898
	5	0.245	1.006
	<b>Promedio</b>	<b>0.254</b>	<b>1.006</b>

*Tratamientos: T1: Control; T2: Tratamiento con adición de 5% de Harina de Pescado; T3: Tratamiento con adición de 5% de concentrado proteico; T4: Tratamiento con adición de 5.416% de concentrado proteico.*

**ANEXO VI: Registro de la conversión alimenticia semanal para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.**

Tratamiento	Repetición	Días	
		10	21
<b>T – 1</b>	1	1.180	1.298
	2	1.153	1.288
	3	1.152	1.260
	4	1.171	1.247
	5	1.201	1.333
	<b>Promedio</b>	<b>1.170</b>	<b>1.284</b>
<b>T – 2</b>	1	1.185	1.262
	2	1.204	1.255
	3	1.095	1.246
	4	1.181	1.269
	5	1.212	1.252
	<b>Promedio</b>	<b>1.176</b>	<b>1.256</b>
<b>T – 3</b>	1	1.195	1.274
	2	1.175	1.289
	3	1.158	1.258
	4	1.155	1.255
	5	1.140	1.263
	<b>Promedio</b>	<b>1.161</b>	<b>1.268</b>
<b>T – 4</b>	1	1.179	1.252
	2	1.201	1.248
	3	1.206	1.270
	4	1.164	1.240
	5	1.195	1.270
	<b>Promedio</b>	<b>1.181</b>	<b>1.260</b>

*Tratamientos: T1: Control; T2: Tratamiento con adición de 5% de Harina de Pescado; T3: Tratamiento con adición de 5% de concentrado proteico; T4: Tratamiento con adición de 5.416% de concentrado proteico.*

**ANEXO VII: Registro de la conversión alimenticia acumulada para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.**

Tratamiento	Repetición	Días	
		10	21
<b>T – 1</b>	1	0.9562	1.1776
	2	0.9446	1.1800
	3	0.9247	1.1531
	4	0.9693	1.1715
	5	0.9649	1.2179
	<b>Promedio</b>	<b>0.9525</b>	<b>1.1803</b>
<b>T – 2</b>	1	0.9624	1.1735
	2	0.9644	1.1670
	3	0.9094	1.1399
	4	0.9560	1.1726
	5	0.9820	1.1714
	<b>Promedio</b>	<b>0.9560</b>	<b>1.1648</b>
<b>T – 3</b>	1	0.9661	1.1758
	2	0.9482	1.1779
	3	0.9576	1.1632
	4	0.9388	1.1567
	5	0.9252	1.1592
	<b>Promedio</b>	<b>0.9454</b>	<b>1.1664</b>
<b>T – 4</b>	1	0.9428	1.1572
	2	0.9771	1.1679
	3	0.9591	1.1746
	4	0.9358	1.1381
	5	0.9800	1.1849
	<b>Promedio</b>	<b>0.9548</b>	<b>1.1657</b>

*Tratamientos: T1: Control; T2: Tratamiento con adición de 5% de Harina de Pescado; T3: Tratamiento con adición de 5% de concentrado proteico; T4: Tratamiento con adición de 5.416% de concentrado proteico.*

**ANEXO VIII: Registro del índice de eficiencia productiva para cada tratamiento.**

	<b>Mortalidad (%)</b>	<b>Peso Vivo (Kg)</b>	<b>Conversión alimenticia</b>	<b>Edad (días)</b>	<b>IEP</b>
<b>T1</b>	0.00	0.876	1.1804	21	353.52
<b>T2</b>	0.00	0.898	1.1654	21	366.81
<b>T3</b>	0.00	0.871	1.1668	21	355.41
<b>T4</b>	0.00	0.863	1.1650	21	352.82

*Tratamientos: T1: Control; T2: Tratamiento con adición de 5% de Harina de Pescado; T3: Tratamiento con adición de 5% de concentrado proteico; T4: Tratamiento con adición de 5.416% de concentrado proteico.*

**ANEXO IX: Precio de los ingredientes incluidos en las dietas experimentales.**

Ingredientes	Precio por kilogramos (soles)
Concentrado Proteico	5.80
Maíz	1.31
Torta de Soya	2.09
Harina de pescado	6.19
Aceite de soya	5.10
Fosfato Dicalcico	2.48
Carbonato de calcio	0.31
DL – Metionina	15.68
Sal	0.33
L – Lisina	7.74
Premix Pollos	22.18
Cloruro de colina	2.92
Secuestrante	4.92
Antioxidante	12.20
L - Treonina	12.00
Bacitracina Zinc	18.00

\* Precio del dólar: 2.90 nuevos soles (octubre 2014)

<sup>1</sup>Costo de insumos más IGV correspondientes a octubre del 2014.

## **ANEXO X: Resultados del análisis químico del alimento.**

### **ANÁLISIS DE LOS INSUMOS**

<b>ANÁLISIS</b>	<b>% Proteína Total</b>
<b>Harina de pescado</b>	63.77
<b>Concentrado Proteico</b>	58.89

*Fuente: Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos – LENA*

**ANEXO XI: Índices de correlación de las características de los órganos linfoides en pollos de carne.**

Variables asociadas	Índices de correlación		
	Hernández (1998)	Ulloa <i>et al.</i> (1999) <sup>1</sup>	Perozo-Marín <i>et al.</i> (2004) <sup>2</sup>
Peso vivo – peso del timo	0.90	0.87	0.99
Peso vivo – peso del bazo	0.94	0.89	0.99
Peso vivo – peso del bursa	0.84	0.92	0.64
Peso timo – peso del bazo	0.88	0.77	0.98
Peso bursa – peso del timo	0.81	0.87	0.62
Peso bursa – peso del bazo	0.80	0.83	0.61
Peso bursa – diámetro de la bursa	-	-	0.93

<sup>1</sup> Las aves presentaron retraso en el crecimiento debido a contaminación fúngica del alimento y a un probable caso de Anemia del Pollo.

<sup>2</sup> Evaluación realizada en una zona geográfica endémica a la Enfermedad de Gumboro.

## ANEXO XII: Pesos y coeficientes de crecimiento alométrico.

Pollo bb	Tratamiento 1					Tratamiento 2					Tratamiento 3					Tratamiento 4					
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
	PESOS - Día 10																				
Peso vivo, g	51.32	303	268	279	230	269	222	239	241	275	239	237	285	279	276	243	242	217	270	248	260
Carcasa, g	28.80	197	178	177	154	176	154	163	164	183	163	162	194	183	187	157	159	140	172	163	168
Pechuga, g	1.630	46.72	45.64	43.68	37.08	41.56	37.39	36.94	40.61	46.34	39.39	39.64	46.14	39.95	43.52	35.88	36.73	32.66	40.01	39.96	36.25
Intestinos, g	2.340	39.73	27.34	26.84	21.92	26.78	21.29	24.88	21.34	22.02	21.28	21.91	24.32	25.11	22.60	28.92	24.20	22.96	26.60	25.36	29.67
Hígado, g	1.450	11.56	9.02	11.44	9.14	9.63	7.54	7.02	9.14	8.97	8.36	10.43	10.48	9.97	10.02	9.85	8.70	8.93	11.65	9.01	9.63
Molleja, g	2.620	9.51	14.12	15.94	10.55	10.83	11.64	11.38	12.83	14.00	13.63	12.20	14.13	12.50	16.11	14.05	13.97	11.30	16.38	15.72	12.17
Proventrículo, g	0.400	3.55	3.31	3.74	1.78	3.16	2.08	1.18	2.76	4.76	2.24	2.43	2.28	2.94	3.24	2.81	3.21	2.25	3.52	2.52	2.92
Corazón, g	0.370	2.00	1.70	1.99	1.71	2.22	2.55	1.73	1.42	2.95	2.22	1.96	2.59	1.70	2.04	1.86	2.13	2.15	2.26	1.65	1.99
Bazo, g	0.017	0.27	0.31	0.32	0.22	0.29	0.19	0.24	0.26	0.42	0.23	0.23	0.27	0.32	0.42	0.31	0.32	0.23	0.23	0.20	0.31
Bursa, g	0.070	0.73	0.72	0.56	0.33	0.46	0.69	0.35	0.58	0.51	0.40	0.38	0.60	0.55	0.59	0.44	0.48	0.46	0.43	0.60	0.45
Grasa abdominal, g	0.090	--	--	1.91	1.69	1.95	0.88	--	--	1.79	1.81	2.57	2.47	--	2.92	--	2.39	1.87	2.61	--	--
PESOS - Día 21																					
Peso vivo, g	852	908	842	1021	879	930	1137	928	1026	1137	905	981	1014	965	1088	1068	928	999	843	1002	
Carcasa, g	584	622	583	716	613	650	740	656	724	793	620	664	694	682	725	731	646	692	600	678	
Pechuga, g	159.2	178.0	170.5	186.9	191.8	190.3	203.0	202.3	230.7	229.6	178.4	193.0	206.6	201.3	215.1	206.7	186.2	194.7	161.5	191.8	
Intestinos, g	70.24	83.14	60.56	77.86	78.71	71.88	100.80	73.71	81.98	90.27	75.25	79.24	78.23	75.54	90.32	82.56	76.21	78.26	62.06	81.49	
Hígado, g	23.18	22.58	18.63	29.83	25.40	21.42	33.54	19.13	28.45	31.72	21.21	25.53	22.70	21.20	29.68	29.19	21.42	26.50	21.49	25.48	
molleja, g	30.02	27.53	28.41	27.93	26.27	33.54	47.93	29.95	29.36	35.30	25.38	29.40	28.40	24.06	49.59	32.49	28.13	28.69	26.05	44.22	
Proventrículo, g	4.37	5.04	7.85	7.10	5.03	6.88	12.94	7.71	10.54	7.00	5.17	5.74	6.14	4.48	16.32	9.08	5.91	7.32	4.99	7.13	
Corazón, g	6.14	5.55	5.35	6.48	5.10	6.84	7.84	6.05	6.10	7.80	6.90	5.49	5.14	6.20	7.56	7.44	5.74	6.64	6.34	5.81	
Bazo, g	1.22	0.86	0.86	0.69	0.79	0.92	1.39	0.76	0.73	1.27	0.73	1.27	1.13	0.79	1.11	0.95	0.94	0.79	0.95	0.63	
Bursa, g	1.87	2.83	2.41	1.84	2.80	1.66	1.89	2.34	1.60	3.82	1.92	3.45	2.22	2.83	2.99	2.53	2.14	3.06	1.88	2.10	
Grasa abdominal, g	14.35	15.74	13.05	18.5	13.99	17.97	19.45	14.03	18.79	19.91	14.09	18.80	20.44	18.14	15.84	19.48	13.98	16.71	14.45	22.44	

*Tratamientos: T1: Control; T2: Tratamiento con adición de 5% de Harina de Pescado; T3: Tratamiento con adición de 5% de concentrado proteico; T4:*

*Tratamiento con adición de 5.416% de concentrado proteico.*

## Continuación...

	Tratamiento 1					Tratamiento 2					Tratamiento 3					Tratamiento 4				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	COEFICIENTES DE CRECIMIENTO ALOMETRICO - Día 10																			
Peso vivo	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Carcasa	1.16	1.18	1.13	1.19	1.17	1.24	1.22	1.21	1.19	1.22	1.22	1.21	1.17	1.21	1.15	1.17	1.15	1.14	1.17	1.15
Pechuga	4.85	5.36	4.93	5.08	4.86	5.30	4.87	5.31	5.31	5.19	5.27	5.10	4.51	4.96	4.65	4.78	4.74	4.67	5.07	4.39
Intestinos	2.88	2.24	2.11	2.09	2.18	2.10	2.28	1.94	1.76	1.95	2.03	1.87	1.97	1.80	2.61	2.19	2.32	2.16	2.24	2.50
Hígado	1.35	1.19	1.45	1.41	1.27	1.20	1.04	1.34	1.15	1.24	1.56	1.30	1.26	1.28	1.43	1.27	1.46	1.53	1.29	1.31
Molleja	0.61	1.03	1.12	0.90	0.79	1.03	0.93	1.04	1.00	1.12	1.01	0.97	0.88	1.14	1.13	1.13	1.02	1.19	1.24	0.92
Proventrículo	1.50	1.58	1.72	0.99	1.51	1.20	0.97	1.47	2.22	1.20	1.32	1.03	1.35	1.51	1.48	1.70	1.33	1.67	1.30	1.44
Corazón	0.92	0.88	0.99	1.03	1.14	1.59	1.00	0.82	1.49	1.29	1.15	1.26	0.85	1.03	1.06	1.22	1.37	1.16	0.92	1.06
Bazo	2.69	3.49	3.46	2.89	3.25	2.58	3.03	3.26	4.61	2.91	2.93	2.86	3.46	4.59	3.85	3.99	3.20	2.57	2.43	3.60
Bursa	1.77	1.97	1.47	1.05	1.25	2.28	1.07	1.76	1.36	1.23	1.18	1.54	1.45	1.57	1.33	1.45	1.55	1.17	1.77	1.27
Grasa abdominal	0.00	0.00	3.90	4.19	4.13	2.26	0.00	0.00	3.71	4.32	6.18	4.94	0.00	6.03	0.00	5.63	4.91	5.51	0.00	0.00
	COEFICIENTES DE CRECIMIENTO ALOMETRICO - Día 21																			
Peso vivo	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Carcasa	1.22	1.22	1.23	1.25	1.24	1.25	1.16	1.26	1.26	1.24	1.22	1.21	1.22	1.26	1.19	1.22	1.24	1.23	1.27	1.21
Pechuga	5.88	6.17	6.37	5.76	6.87	6.44	5.62	6.86	7.08	6.36	6.21	6.19	6.41	6.57	6.23	6.09	6.32	6.14	6.03	6.03
Intestinos	1.81	2.01	1.58	1.67	1.96	1.70	1.94	1.74	1.75	1.74	1.82	1.77	1.69	1.72	1.82	1.70	1.80	1.72	1.61	1.78
Hígado	0.96	0.88	0.78	1.03	1.02	0.82	1.04	0.73	0.98	0.99	0.83	0.92	0.79	0.78	0.97	0.97	0.82	0.94	0.90	0.90
Molleja	0.69	0.59	0.66	0.54	0.59	0.71	0.83	0.63	0.56	0.61	0.55	0.59	0.55	0.49	0.89	0.60	0.59	0.56	0.61	0.86
Proventrículo	0.66	0.71	1.20	0.89	0.73	0.95	1.46	1.07	1.32	0.79	0.73	0.75	0.78	0.60	1.92	1.09	0.82	0.94	0.76	0.91
Corazón	1.00	0.85	0.88	0.88	0.80	1.02	0.96	0.90	0.82	0.95	1.06	0.78	0.70	0.89	0.96	0.97	0.86	0.92	1.04	0.80
Bazo	4.32	2.86	3.08	2.04	2.71	2.99	3.69	2.47	2.15	3.37	2.44	3.91	3.36	2.47	3.08	2.69	3.06	2.39	3.40	1.90
Bursa	1.61	2.29	2.10	1.32	2.34	1.31	1.22	1.85	1.14	2.46	1.56	2.58	1.61	2.15	2.01	1.74	1.69	2.25	1.64	1.54
Grasa abdominal	9.60	9.88	8.84	10.33	9.08	11.02	9.75	8.62	10.44	9.99	8.88	10.93	11.49	10.72	8.30	10.40	8.59	9.54	9.77	12.77

*Tratamientos: T1: Control; T2: Tratamiento con adición de 5% de Harina de Pescado; T3: Tratamiento con adición de 5% de concentrado proteico; T4:*

*Tratamiento con adición de 5.416% de concentrado proteico.*

### ANEXO XIII: Índice morfométrico de La Bursa.

Repeticiones	Tratamientos			
	1	2	3	4
Índice morfométrico de la bursa día 10				
1	2.4092	3.1081	1.6034	1.9835
2	2.6866	1.4640	2.1053	2.1198
3	2.0072	2.4066	1.9713	1.5926
4	1.4348	1.8545	2.1377	2.4194
5	1.7100	1.6736	1.8107	1.7308
Índice morfométrico de la bursa día 21				
1	2.1948	1.7849	2.1215	2.3689
2	3.1167	1.6623	3.5168	2.3060
3	2.8622	2.5216	2.1893	3.0631
4	1.8022	1.5595	2.9326	2.2301
5	3.1854	3.3597	2.7482	2.0958

*Tratamientos: T1: Control; T2: Tratamiento con adición de 5% de Harina de Pescado; T3: Tratamiento con adición de 5% de concentrado proteico; T4: Tratamiento con adición de 5.416% de concentrado proteico.*

## ANEXO XIV: Índice morfométrico del Bazo.

Repeticiones	Tratamientos			
	1	2	3	4
Índice morfométrico del Bazo día 10				
1	0.8911	0.8559	0.9705	1.3223
2	1.1567	1.0042	0.9474	1.0599
3	1.1470	1.0788	1.1470	0.8519
4	0.9565	1.5273	1.5217	0.8065
5	1.0781	0.9623	1.2757	1.1923
Índice morfométrico del Bazo día 21				
1	1.4319	0.9892	0.8066	0.8895
2	0.9471	1.2225	1.2946	1.0129
3	1.0214	0.8190	1.1144	0.7908
4	0.6758	0.7115	0.8187	1.1269
5	0.8987	1.1170	1.0202	0.6287

*Tratamientos: T1: Control; T2: Tratamiento con adición de 5% de Harina de Pescado; T3: Tratamiento con adición de 5% de concentrado proteico; T4: Tratamiento con adición de 5.416% de concentrado proteico.*

## **ANEXO XV: Vacunas recibidas en planta de incubación.**

<b>Planta (Día 1)</b>	
<b>Vacuna</b>	<b>Enfermedad</b>
Vac. Vectorizada (FP + LT)	Diftero viruela + Laringo traqueítis infecciosa
Vacuna Vectorizada	Marek + Newcastle (MD + ND)
Vacuna inactivada	Hepatitis a Copúsculos de Inclusión + Newcastle (IBH + ND)
Vacuna viva	Newcastle + Bronquitis (ND + IB)