



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS

“EVALUACIÓN DE TRES HIDROLIZADOS PROTEICOS DE
PESCADO SOLOS Y MEZCLADOS CON PROTEINA
VEGETAL DE DOS ORIGENES, SOBRE LOS RENDIMIENTOS
PRODUCTIVOS Y ECONOMICOS DE POLLOS BROILER”.

MARIA ALEJANDRA RIOS FÜHRER

Memoria para optar al Título Profesional
de Médico Veterinario
Departamento de Fomento de la Producción
Animal

PROFESOR GUÍA: Dr. Sergio Cornejo V.

SANTIAGO – CHILE

2008



UNIVERSIDAD DE CHILE



FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS

“EVALUACIÓN DE TRES HIDROLIZADOS PROTEICOS DE
PESCADO SOLOS Y MEZCLADOS CON PROTEINA
VEGETAL DE DOS ORIGENES, SOBRE LOS RENDIMIENTOS
PRODUCTIVOS Y ECONOMICOS DE POLLOS BROILER”.

MARIA ALEJANDRA RIOS FÜHRER

Memoria para optar al Título Profesional
de Médico Veterinario
Departamento de Fomento de la
Producción Animal

NOTA FINAL:

	NOTA	FIRMA
PROFESOR GUÍA : SERGIO CORNEJO CARVAJAL
PROFESOR CONSEJERO: ALEJANDRO LOPEZ
PROFESOR CONSEJERO: HECTOR HIDALGO

SANTIAGO, CHILE

2008

Esta memoria fue realizada en la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile, bajo la dirección del Dr. Sergio Cornejo Valdivieso. La realización de esta tesis fue financiada por el Proyecto INNOVA (CORFO empresa) N° 204-4285 (2006).

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a mis queridos padres, a mi hermana Magdalena y a mi amado esposo Alexander, por su incondicional apoyo ya que sin ellos no hubiera sido posible terminar esta etapa.

A todos los del equipo de producción aviar, con especial agradecimiento al Dr. Sergio Cornejo, Dr. Alejandro López, Dra. Edith Contreras, Srta. Carolina Henríquez, mi compañero de tesis Leonardo Portius y al Dr. Gastón Cassus, en representación de todos los que contribuyeron de alguna forma con la realización de esta tesis ya fuera aportando con su tiempo y/o con sus consejos.

Y finalmente quisiera dar las gracias a la Dra. Mariela Neira y a la Sra. María Teresa Millán, representantes de Profish S.A, empresa que financió este proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción.....	1
2. Revisión Bibliográfica.....	2
2.1.- Características Fisiológicas Digestivas y Nutricionales de las aves.....	2
2.1.1.- Desarrollo del Sistema Digestivo.....	2
2.1.1.1.-Nutrición de los Pollos Durante las Primeras Semanas de Vida.....	3
2.1.1.2.-Desarrollo del Epitelio Gastrointestinal Post-eclosión.....	5
2.1.1.3.-Nutrición y Absorción de Nutrientes.....	7
2.1.1.3.1.- Digestión de Lípidos.....	9
2.1.1.3.2.- Digestión de Carbohidratos.....	11
2.1.1.3.3- Digestión de Proteínas.....	13
2.1.1.4.-Efecto del Acceso Temprano al Alimento.....	15
2.1.2.- Relación en la Alimentación y Sistema Inmune.....	17
2.1.3.-Influencia de la Composición Nutricional sobre Rendimientos Productivos	18
2.2.- Insumos Alimenticios Proteicos Utilizados en Avicultura.....	19
2.2.1.- Afrecho de Soya.....	19
2.2.2- Poroto de Soya.....	20
2.2.3- Subproducto del Maíz.....	20
2.2.4- Subproductos del Trigo.....	21
2.2.5- Subproductos de Origen Animal.....	21
2.2.6- Harina de Pescado.....	21
2.2.7.- Hidrolizados de Pescado.....	22
2.2.7.1.- Proceso de Hidrólisis.....	23
2.2.7.2.- Características de los Hidrolizados de Pescado.....	23
2.2.7.3.- Usos y Beneficios en Dietas de Preinicio de Pollos Broiler.....	24
3. Hipótesis.....	26
4. Objetivos.....	27
4.1.- Objetivo General.....	27
4.2.- Objetivos Específicos.....	27
5. Materiales y Métodos.....	28
5.1.- Diseño Experimental.....	28
5.1.1.- Animales experimentales y Lugar de realización del estudio.....	28
5.1.2.- Composición de las Dietas.....	28
5.2.- Mediciones.....	32
5.2.1.- Indicadores Productivos.....	32
5.2.2.- Indicadores Económicos.....	33

5.3- Análisis de Dietas.....	35
5.4- Análisis Estadístico.....	35
6. Resultados y Discusión.....	36
6.1.- Resultados.....	36
6.1.1- Indicadores Productivos.....	36
6.1.1.1- Peso Vivo (PV) y Ganancia de Peso (GP).....	36
6.1.1.2- Consumo de Alimento (CA).....	38
6.1.1.3.- Eficiencia de Conversión Alimenticia (ECA).....	39
6.1.1.4.- Mortalidad.(M).....	40
6.1.1.5.- Índice de Eficiencia Productiva.....	41
6.1.2.- Indicadores Económicos.....	42
6.1.2.1.- Costo Alimentario de la Ganancia de Peso.....	43
6.1.2.1.- Margen Bruto.....	44
6.1.3- Análisis de las Dietas.....	45
6.2.- Discusión.....	47
7. Conclusiones.....	52
8. Bibliografía.....	55
9. Anexos.....	60

RESUMEN

Se evaluaron durante 40 días, los efectos de la suplementación de tres hidrolizados proteicos de pescado (Ep400®, Mx100® y SYG200®) de diferente composición y en distintos niveles de inclusión, solos y combinados con dos fuentes de proteína vegetal sobre rendimientos productivos (peso vivo, consumo de alimento, ganancia de peso, mortalidad, eficiencia de conversión alimenticia e índice de eficiencia productiva) y sobre indicadores económicos (costo de la ganancia de peso y margen bruto), en dietas de preinicio de seiscientos treinta (630) pollos broiler machos Ross 308 de 1 día de edad, en un rango de peso vivo entre 41g y 47g, distribuidos aleatoriamente en 30 corrales de piso en un galpón de estructura convencional (se dejaron 21 pollos en cada corral).

Desde el día 1 al día 14 de edad, las aves recibieron los tratamientos establecidos de las dietas preinicio consistente en 6 tratamientos diferentes con 5 repeticiones cada uno (Tto.1: Maíz-Soya; Tto.2: Ep400® 1,6%; Tto 3: MX100® 1,6%; Tto.4: Ep400® 1,6%+Gluten Maíz 1,8%; Tto.5: Ep400® 1,6%+Gluten Trigo 1,8%; Tto.6: SYG200® 2%). A partir del día 15 de edad hasta el final del período experimental (día 40 de edad) todas las aves recibieron dieta inicial (15 a 23 días de edad), dieta intermedia (24 a 35 días de edad) y dieta final (36 a 40 días de edad).

No se encontraron diferencias significativas ($p>0.05$) para los indicadores productivos entre los diferentes tratamientos. En cuanto a los resultados económicos, se observa que el grupo alimentado con Ep400 1,6%+Gluten Trigo 1,8% y el grupo alimentado con SYG 200® al 2% obtuvieron el mayor margen bruto (beneficio económico). Se concluye en este estudio, que si bien no se logró demostrar que estos suplementos mejoran los rendimientos productivos de pollos broiler, si se puede afirmar que estos suplementos cuando están asociados a una fuente de proteína vegetal permiten maximizar la rentabilidad, beneficiando con esto al productor.

ABSTRACT

During a period of 40 days were studied the effects of supplements of three hydrolyzed fish protein (Ep400®, Mx100® y SYG200®) from different composition and at different inclusion levels, separately or combined with two vegetable protein sources on production yields, live weight, food consumption, weight gain, mortality, feed conversion efficiency and production efficiency index) and on economical indexes (cost of the weight gain and gross margin) preonset diets of seven hundred (630) one day old male broiler chickens (Ross 308), within a live weight range between 41g and 47g, randomly distributed in 30 chickens pens in a shed of conventional structure (21 chickens were left in each pen.)

From day 1 until day 14 of age, the chickens received established treatments of preonset diets consisting of six different treatments with 5 repetitions each (Tto.1: corn-soy ; Tto.2: Ep400® 1.6%; Tto 3: MX100® 1.6%; Tto.4: Ep400® 1.6% + corn gluten 1.8%; Tto.5: Ep400® 1.6% wheat gluten 1.8%; Tto.6: SYG200® 2%.) From day 15 of age until the end of the experimental period (day 40 of age) all chickens received onset diet treatment (15 to 23 days of age) and finishing diet treatment (36 to 40 days of age.)

There were no significant differences ($p>0.05$) in relation to the production indicators among the different treatments. As for the economical results, it is observed that in the group fed with Ep400 1.6% + wheat gluten 1.8% and the group fed with SYG 200® at 2% were the ones obtaining the bigger gross margin (economic profit). According to the present study it can be concluded that although it failed to demonstrate that these supplements improve the production yields of broiler chickens, it can be confirmed that when these supplements are associated with a vegetable protein source, they allow maximizing the profitability, therefore this benefits the producer.

1. INTRODUCCION

La actividad avícola ha experimentado un explosivo crecimiento y desarrollo en los últimos años, pasando de ser un sistema de tenencia de muchos pequeños productores a empresas verticales y especializadas en carne y huevo. Dentro de este crecimiento el de mayor relevancia ha sido la producción de pollos broiler.

Esto constituye un gran desafío para el nutricionista de hoy, debido a que no solo debe entregar una dieta de bajo costo, ya que, como cabe recordar la alimentación constituye alrededor de 60% de los costos variables de producción (Behnke y Beyer, 2007); sino también debe formular dietas que contengan nutrientes promotores de los principales cambios en el sistema digestivo del pollo, principalmente en el período post-eclosión (período crítico en la vida del pollo), logrando que el pollo exprese todo su potencial genético, con lo que es posible maximizar la rentabilidad por kilo de carne, beneficiando por ende al productor.

Es por esto que las industrias alimentarias han desarrollado productos de alta digestibilidad y elevado aporte nutricional, con el objetivo de que permitan lograr desarrollos de tejidos y /o órganos claves para la respuesta productiva de los animales a los cuales están destinados (Krehbiel y Matthews, 2003). Entre estos suplementos alimenticios se encuentran los hidrolizados de pescado, para ser suministrados en las dietas de preinicio de los pollos, permitiendo desarrollar adecuadamente su sistema digestivo, lo que conlleva al aumento de la digestibilidad de diferentes fracciones nutritivas de los alimentos.

En el presente trabajo se evaluará y analizará el efecto sobre los rendimientos productivos y económicos en pollos broiler de tres hidrolizados de pescado obtenidos a través de procesos industriales enzimáticos, para lo cual se utilizaron pollos broiler macho de línea genética Ross 308 de un día de edad.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1.- Características Fisiológicas Digestivas y Nutricionales de las aves

Las mejoras logradas en la selección genética de los pollos broiler exigen una comprensión cada vez más profunda del desarrollo y fisiología del aparato digestivo de las aves, con el objetivo de permitir un adecuado aprovechamiento de los nutrientes contenidos en los ingredientes alimenticios. Por lo cuál una adecuada comprensión de la fisiología digestiva del ave y la interacción de los diversos factores inherentes a su proceso digestivo con las características composicionales de los ingredientes alimenticios es necesaria para una adecuada nutrición tendiente a optimizar la expresión del potencial genético (González, 2006).

2.1.1.- Desarrollo del Sistema Digestivo

La fisiología y anatomía de los pollos durante las primeras semanas después del nacimiento difiere en forma importante de la de pollos de más edad. A la eclosión, el pollo pesa aproximadamente 45 g. con un saco vitelino de aproximadamente 8 g. Durante esta primera etapa, la absorción de ciertos nutrientes está reducida (Noy y Sklan, 2001).

Se ha observado que la nutrición en los primeros días de vida del pollo broiler tiene efectos importantes en el crecimiento y desarrollo posterior, lográndose un mayor crecimiento y mejoras en la productividad, en la medida que se optimiza la nutrición temprana del pollo, por lo que el ave con acceso temprano al alimento tendrá un mayor crecimiento inicial, el cuál es mantenido a través de toda la vida del ave, hasta alcanzar la edad de mercado (Santoyo, 2007). De ahí la importancia de entregar dietas de preinicio postnacimiento (etapa crítica para el desarrollo del ave) para promover los principales cambios en la estructura física

del sistema digestivo y sus secreciones, aspectos esenciales para la digestión de nutrientes (Profish, 2007). Sin embargo, se debe tener cuenta que una larga porción de la energía del alimento es utilizada en el desarrollo del tracto digestivo, de hecho, los órganos digestivos se desarrollan más rápidamente que otros tejidos tales como el músculo (Lilja, 1983).

2.1.1.1.- Nutrición de los Pollos Durante las Primeras Semanas de Vida

Durante el desarrollo embrionario de las aves, el saco vitelino que contiene entre un 16% a 35% de grasa (constituido por triglicéridos y fosfolípidos con pequeñas cantidades de ésteres de colesterol y ácidos grasos no libres) y un 20% a 25% de proteína, es la única fuente energética y de nutrición hasta que es reemplazada por alimentación exógena rica en carbohidratos, después de la incubación y nacimiento. Tras la eclosión, el resto de la yema del huevo remanente en la cavidad abdominal, les proporciona un pequeño aporte de nutrientes, debido a que es internalizado dentro de la cavidad abdominal del polluelo (Noy y Sklan, 1999). El contenido lipídico se transfiere durante este período embrionario directamente al sistema circulatorio por endocitosis (Noy y Sklan, 2001).

En estudios se ha determinado que la utilización del saco vitelino a través del sistema circulatorio permanece funcional, hasta que la transferencia de nutrientes comienza a reducirse. De hecho, el saco vitelino parece estar en equilibrio con los fluidos corporales siendo el movimiento bidireccional y no específico (Noy y Sklan, 1999).

La yema residual en la incubación compone un 20% a 25% del peso del polluelo (Noy y Sklan, 1998). Mientras que en las aves recién nacidas permanece un 15 a 25% de la yema, contribuyendo al mantenimiento y desarrollo del intestino delgado durante las primeras 48 horas después de la eclosión (Noy y Sklan 1999;

Noy y Sklan, 2001). La mayoría de los ingredientes de la yema remanente son proteínas que cumplen funciones inmunológicas y que los fosfolípidos y triglicéridos participan en funciones estructurales (Profish, 2007). Este suplemento nutritivo es reabsorbido en los 4 o 5 primeros días de vida (Sell *et al.*, 1991; Murakami *et al.*, 1992).

La nutrición óptima en la primera semana debe considerar, por lo tanto, la contribución de la yema del huevo y de la capacidad de utilizar con eficiencia la alimentación exógena (Noy y Sklan, 2002).

A pesar de que el tracto digestivo del pollo tiene un desarrollo considerable en el momento del nacimiento llegando a tener un crecimiento hasta cinco veces mayor al resto del organismo, es todavía inmaduro (Lilja, 1983; Nitsan *et al.*, 1991; Sell *et al.*, 1991). Éste se caracteriza por sufrir cambios significativos en la actividad de las enzimas pancreáticas desde los primeros días después del nacimiento y hasta aproximadamente los 14 días de edad tendientes a permitir una adecuada transición desde una alimentación embrionaria dependiente fundamentalmente de los lípidos y proteínas del huevo hacia una dieta rica en carbohidratos, proteínas y grasa. El páncreas, hígado e intestino delgado se desarrollan rápidamente después del nacimiento. Estudios hechos con pollitos jóvenes demuestran, que aunque el peso del tracto gastrointestinal aumenta muy rápidamente tras el nacimiento, la máxima proporción de los distintos segmentos del tracto, incluyendo el páncreas, sobre el peso vivo no se alcanza hasta los 5 u 8 días tras el nacimiento (Nitsan *et al.*, 1991; Sell *et al.*, 1991) (Tabla 1).

Los requerimientos energéticos del pollito pueden ser cubiertos por los lípidos de la yema en una primera fase, sin embargo, al no tener acceso a una fuente de glucosa para restablecer el glicógeno hepático sufre una ketosis producto de una activa gluconeogénesis. Además un catabolismo incompleto de ácidos grasos a esta edad, reduce la producción de agua metabólica que es crucial para la hidratación de los tejidos (González, 2006). Por lo tanto, el saco

vitelino no es un buen reservorio energético y el acceso temprano al alimento y agua estimula el crecimiento y capacidad de absorción de las paredes digestivas y mejora la integridad y desarrollo posterior del tracto gastrointestinal.

Tabla 1. Cambios con la edad del peso relativo de las distintas partes del tracto gastrointestinal (TGI) de pollos durante el desarrollo post-eclosión

Tipo de Ave	Componentes del TGI	Porcentaje (%) del peso vivo	
		Al nacimiento	En pick del desarrollo
Pollos	Proventrículo	0,5-0,9	1,4-1,7
	Molleja	3,1-4,0	5,8-6,1
	Int. Delgado	1,2-2,6	6,2-6,6
	Páncreas	0,1-0,2	0,5-0,8
	Hígado	2,5-2,8	3,8-4,8

Fuente: Sell, J.L. 1997

En cuanto a la reserva enzimática del páncreas (tripsina, quimotripsina, amilasa y lipasa) en el pollito es baja. Estimulándose rápidamente su secreción en la primera semana de vida, sin embargo, cada una de las enzimas presenta su propio perfil. La actividad amilásica hasta el 2° día de vida es prácticamente nula, probablemente ligado a la ausencia de carbohidratos en el vitelo. La presencia de lípidos y proteínas en el saco vitelino provocaría una actividad enzimática intestinal más precoz de las correspondientes enzimas.

2.1.1.2.- Desarrollo del Epitelio Gastrointestinal Post-eclosión

El sistema intestinal del polluelo es completado anatómicamente en estado embrionario, incrementándose tanto la superficie de absorción como la tasa de proliferación de enterocitos después del nacimiento (Santoyo, 2007). El desarrollo de las criptas es crucial para obtener la maduración intestinal (Geyra *et al.*, 2001).

La superficie de absorción cambia considerablemente después de la incubación, aumentando debido a la proliferación de enterocitos, células diferenciadas en funciones de digestión, absorción y secreción, las que migran a las criptas de la mucosa para luego ser descamadas dentro del lumen desde la punta de la vellosidad. Esta proliferación celular no solo provoca cambios en la superficie de absorción, sino también una constante renovación del epitelio intestinal (Geyra *et al.*, 2001; Santoyo, 2007).

Antes y después de la eclosión ocurren cambios dramáticos en el tamaño y en la morfología del intestino, incluyendo la maduración de enterocitos, intensiva criptogénesis y crecimiento de vellosidades (Geyra *et al.*, 2001). Esto se traduce en aumento de varias veces la superficie absorptiva del intestino siendo aparentemente muy sensible a las modificaciones en la suplementación de nutrientes. En el período inmediato tras el nacimiento, los intestinos aumentan de peso más rápidamente que el peso vivo (Noy y Sklan, 1999). Alcanzan máxima velocidad de crecimiento/unidad de tiempo, entre los 6 y 10 días de edad (González, 2006). Los cambios en la morfología del intestino delgado proximal ocurren inmediatamente después del nacimiento entre los 4 a 10 días de edad. Las vellosidades incrementan su tamaño y número con mayores superficies de absorción por unidad de intestino.

El número de enterocitos por vellosidad se incrementa con la edad. En las primeras 24 horas post-eclosión, los enterocitos adquieren polaridad y membrana distinta al borde en cepillo. Luego viene la hipertrofia del epitelio, la que se

expresa principalmente por longitud creciente de la célula (Geyra *et al.*, 2001), siendo estos cambios más marcados en el yeyuno y después en el duodeno (Santoyo, 2007), con esto se produce un aumento de la profundidad de las criptas, alcanzando mayor profundidad en el duodeno al cuarto o quinto día (Venturino, 2005). Pero esta proliferación en el yeyuno de los villuelos, no está sólo confinada a la cripta sino que también ocurre a lo largo de las vellosidades, durante la primera semana después de la incubación (Santoyo, 2007).

Diversos estimulantes del crecimiento de la mucosa como los péptidos gastrointestinales (entre los que se encuentra la gastrina), factores luminales producidos por bacterias y señales hormonales o neuronales provenientes de la pituitaria ayudan al desarrollo gastrointestinal. Estos estimulan la secreción de ácido gástrico, el crecimiento de la mucosa intestinal, regulan la homeostasis de la renovación celular en la mucosa gastrointestinal y actúan sobre el metabolismo de la mucosa (Santoyo, 2007).

Estudios fisiológicos han demostrado que las aves adaptan el funcionamiento del tracto intestinal a las características del contenido digestivo y por la composición del alimento. Es así como se ha determinado que el consumo rápido de alimento y de agua, estimula el crecimiento y la capacidad de absorción de las paredes digestivas con lo que mejora la integridad y desarrollo posterior del tracto gastrointestinal. La presencia de alimento acelera este desarrollo y la falta de alimento lo retrasa, esto debido a que el acceso temprano al alimento permite un aumento en el peso relativo del intestino, en la longitud de las vellosidades y en el diámetro intestinal, todos factores que mejoran la utilización de los nutrientes (González, 2006).

2.1.1.3.- Digestión y Absorción de Nutrientes

La digestión se refiere a los cambios que ocurren en el alimento para que los nutrientes contenidos en éste sean absorbidos por la pared intestinal y penetre en la corriente sanguínea del pollo. Para la absorción de nutrientes se requiere de una hidrólisis de macromoléculas (Noy y Sklan, 1999).

El NRC (1994) asume en sus recomendaciones nutricionales que la digestibilidad de las materias primas es independiente de la edad de las aves. Sin embargo, numerosos informes demuestran que en las aves la digestibilidad de los nutrientes aumenta con la edad (Mateos *et al.*, 2002).

Al día 18 en el embrión del pollito en desarrollo, hay un sistema de transporte activo para glucosa y galactosa en contra de un gradiente de concentración. La actividad de transporte aumenta durante unas dos a tres semanas adicionales en el pollito después del nacimiento, debido principalmente a un aumento en la disponibilidad de transportadores o carriers más que al aumento en la afinidad por los sustratos de azúcares (Leeson y Zubair, 2001).

El estatus del lumen intestinal tiene un efecto sobre la digestión y absorción de cualquier nutriente. Las aves ajustan la liberación de enzimas y modifican la velocidad de tránsito del contenido digestivo a fin de maximizar la digestión de los alimentos y la absorción de los nutrientes (Mateos *et al.*, 2002).

El crecimiento inicial del intestino delgado es muy rápido, con un coeficiente alométrico superior al peso corporal hasta los 6 a 8 días de edad. En el momento de la eclosión la concentración de enzimas digestivas es reducida pero aumenta de forma ininterrumpida hasta los 14 días de edad. La superficie absorptiva también es reducida al nacer y aumenta fuertemente entre los 4 y 10 días de edad, por lo que los nutrientes se utilizan insuficientemente durante los primeros 10 días postnacimiento (Mateos *et al.*, 2002). Trabajos realizados por Nitsan *et al.*, 1991;

Sell *et al.*, 1991; Noy y Sklan, 1995; Uni *et al.*, 1995; indican que la concentración de enzimas digestivas y el crecimiento de las vellosidades intestinales cambian en forma creciente durante los primeros 14 días post eclosión.

Además de la digestión luminal, las etapas finales de la hidrólisis de nutrientes ocurre por enzimas ancladas a la membrana del borde en cepillo del intestino. Estas enzimas incluyen disacaridasas (sucrasa-isomaltasa), peptidasas (glutamil transferasa) y fosfatasas (fosfatasa alcalina) (González, 2006).

Tanto los carbohidratos como los aminoácidos aportados en la dieta no son bien utilizados debido a su limitada ingestión y absorción durante la etapa de transición desde una alimentación dependiente de la yema en el embrión a una alimentación independiente después del nacimiento, consecuentemente el aprovechamiento de la proteína es más limitante que la de los carbohidratos o lípidos en el pollito recién nacido (Noy y Sklan, 1995).

Estudios tanto in vitro de la absorción de glucosa y metionina de soluciones tamponeadas como in situ con ácido oleico, sugieren que el intestino tiene capacidad suficiente de absorción en el momento de la eclosión (Noy y Sklan, 1999).

2.1.1.3.1.- Digestión de Lípidos

La digestión y absorción de las grasas en el pollo ocurre principalmente en el intestino delgado. En los momentos próximos a la eclosión aumenta la digestión de los lípidos del saco vitelino en el duodeno, pero no en la parte final del intestino delgado (Noy y Sklan, 1999).

La capacidad de absorber lípidos no está bien desarrollada en el pollito recién nacido, siendo este proceso dependiente de las sales biliares, lipasa pancreática, colipasa (proteína activadora de la lipasa pancreática) y de la

proteína ligadora de ácidos grasos que está involucrada en el transporte de los ácidos grasos a través de la membrana de los enterocitos (Katongole y March, 1980), sin embargo, éste mejora con la edad (Turner *et al.*, 1999). Según lo demostrado por Noy y Sklan, 1995 en pollos de 4 a 21 días de edad, la digestión ileal de los ácidos grasos es superior al 85% el día 4 y aumenta ligeramente hasta el día 14.

En cuanto a las secreciones de lipasa y sales biliares son insuficientes durante los primeros 10 días de vida (Mateos *et al.*, 2002), debido aparentemente a la actividad inmadura de la lipasa pancreática y una circulación enterohepática deficiente de las sales biliares lo que lleva a una pobre emulsificación de los lípidos. Sin embargo se ha podido determinar que la secreción de lipasa en el pollito está activa desde una edad muy temprana y aumenta muy rápidamente durante las primeras tres semanas. Nitsan *et al.*, 1991 reportaron que los niveles de lipasa en el contenido del intestino delgado aumentaron de 4 unidades por gramo al día 1 de edad, a 8 unidades por gramo a los 20 días. Por otro lado, Noy y Sklan, 1995 demostraron que la actividad de la lipasa en el duodeno del pollo, aumenta casi 100 veces entre el cuarto y vigésimo primer día post nacimiento.

Los ácidos grasos de cadena corta (menores a 10-12 carbonos) y/o ácidos grasos insaturados son más aprovechados a esta edad (González, 2006). Durante los primeros 3 a 5 días de vida, la digestibilidad de éstos en pollitos, es de alrededor del 69% en el caso de las grasas saturadas y en torno al 80% en grasas poliinsaturadas, lo que indica que estas últimas pueden utilizarse más favorablemente en dietas de iniciación (Turner *et al.*, 1999; Mateos *et al.*, 2002). Esta capacidad absorbente se refleja en la energía metabolizada aparente (EMA) que presentan diferentes fuentes de lípidos en pollos de 4 semanas de edad, dependiendo del grado de insaturación. Es así como se ha determinado que la EMA de las grasas saturadas va aumentando proporcionalmente con la edad del pollo, con valores que fluctúan entre 6680 y 7932 kcal/kg en pollos de 2 y 8

semanas de edad, respectivamente (Tabla 2). Por lo tanto, estos ácidos grasos deben reservarse para pollos mayores de 21 días de edad (González, 2006).

Como indica González, 2006 a medida que aumenta la concentración de ácidos grasos libres en desmedro de los triglicéridos, disminuye la digestibilidad independientemente de la fuente lipídica (Tabla 3). Por otro lado, se ha demostrado que la absorción general de ácidos grasos es más alta en pollos de 3 semanas de edad alimentados con triglicéridos y más baja cuando se administran ácidos grasos puros. Se ha visto que se presentan diferencias para ganancia de peso y eficiencia de conversión entre pollitos alimentados con dietas que incluyen grasas con aquellos que se alimentan con dietas que incluyen carbohidratos a los 10 días de edad. Es así como, pollitos que consumen dietas con grasa presentan mejor conversión que los que consumen dietas con carbohidratos, lo que sería explicado por las diferencias en concentración energética entre los dos tipos de dietas (Mateos, 2002).

Tabla 2. *Energía metabolizable aparente (EMA) de grasa animal para broiler a distintas edades*

EDAD	EMA kcal/kg
2 sem.	6680 a
4 sem.	6936 b
6 sem.	7744 c
8 sem.	7932 d
Gallo adulto	8716

Grasa adicionada: 9% de la dieta; 30% de la grasa es ácido palmítico + ácido esteárico

Fuente: González, 2006

Tabla 3. Contenido de ácidos grasos libres y digestibilidad de distintas grasas en pollos broiler de 10 días

Triglicéridos/Ac. Grasos libres	Digestibilidad (%)		
	Cebo	Aceite de palma	Aceite de soya
100:0	74	79	95
75:25	65	73	94
50:50	61	66	89
25:75	55	60	86
0:100	41	53	83

Fuente: González, 2006

2.1.1.3.2.- Digestión de Carbohidratos

La principal fuente de energía de la dieta de los pollitos son los glúcidos, los que son fácilmente digeridos y absorbidos desde la eclosión. La digestibilidad de los carbohidratos es de un 85% a los 4 días de edad sin sufrir cambios significativos posteriormente (Noy y Sklan, 1995). Es así como se ha determinado que en los pollitos, cerca del 97% de glucosa que se ingiere o se libera del almidón digerido se absorbe, principalmente en el duodeno, con una disminución de la tasa de absorción en el intestino delgado. La digestibilidad del almidón del maíz en el íleon terminal puede ser tan baja como 85%, incluso pudiendo llegar a valores menores a 80% (González, 2006). Esta menor digestibilidad se debe a su contenido de almidón resistente, sin embargo, a los 4 días de edad la digestibilidad ileal del almidón supera el 85% (Noy y Sklan, 1999).

Aún cuando el almidón es el carbohidrato predominante en los cereales, existen dentro de la composición de estos, carbohidratos o polisacáridos no-amiláceos (PNA). La composición y digestibilidad de la fracción carbohidratada de algunos ingredientes alimenticios se presenta en la Tabla 4.

La mayor digestión de los PNA en aves ocurre en el intestino posterior por la influencia de enzimas secretadas por la microflora residente. La capacidad de las aves para digerir la fracción del PNA insolubles es prácticamente nula (Francecsch, 1996).

Tabla 4. Composición y digestibilidad de la fracción carbohidratada de algunos ingredientes alimenticios

Ingrediente	Contenido como % del producto			Digestibilidad de carbohidratos
	Carbohidratos totales	Almidón + azúcar	PNA ¹	
Maíz	73	65	8	85
Trigo	71	61	10	87
Lupino (36%)	43	15	28	15
H.Soya (43%)	37	15	22	28
Girasol (39%)	43	11	32	10
Raps (34%)	44	15	25	23

¹Polisacáridos no amiláceos

Fuente: González, 2006

Los β -glucanos y otros PNA se unen a nutrientes de la ingesta disminuyendo su motilidad, deteriorando la digestión y absorción de estos. Los PNA también se pueden unir a las enzimas digestivas con lo que disminuye su actividad y consecuentemente la digestión de nutrientes. La viscosidad que estos generan, restringen el acceso de las enzimas digestivas al sustrato en la ingesta, deteriorando la digestión de nutrientes. También se ha observado que algunos de éstos alteran la producción de ácidos biliares conjugados, aumentando de esta forma los ácidos biliares no conjugados disminuyendo la absorción de grasas (González, 2006).

Según lo indicado por el mismo autor, en las dietas de pollos durante la primera fase de crecimiento (1 a 21 días de edad) no es conveniente incluir altos contenidos de PNA, debido a que provocan tanto una disminución de la actividad de enzimas pancreáticas, como de la absorción de nutrientes y por el contrario

causan un aumento indeseado en la microflora intestinal la cual puede producir trastornos en la integridad de la mucosa como en la digestión de las grasas.

2.1.1.3.3 Digestión de Proteínas

Las investigaciones recientes se han concentrado en el conocimiento de las necesidades proteicas y de aminoácidos en las primeras semanas de vida de los pollos, fundamentalmente en los primeros días de vida de los pollitos que son determinantes en el rendimiento final del pollo de engorda (Martin *et al.*, 2002).

Las proteínas son el principal componente estructural y funcional de las células y tienen numerosas e importantes funciones dentro del organismo que van desde un papel catalítico (como es el caso de las enzimas) hasta motilidad corporal, pasando por su papel mecánico (elastina y colágeno), de transporte, de almacén, protección (anticuerpos), reguladoras a través de hormonas (Martínez y Muñoz, 2006). Una nutrición balanceada en aminoácidos produce un mejor rendimiento en la producción (Bercovici, 1998).

En las aves, la degradación de la proteína dietaria está provocada por la acción de enzimas hidrolíticas del epitelio del intestino delgado, que están presentes en la superficie luminal de células epiteliales de absorción (enterocitos). En este proceso, juega un rol importante el páncreas, debido a que produce fluidos con zimógenos que se convierten a su forma de enzima activa en los sitios de digestión. El tripsinógeno que se activa a tripsina en el duodeno, es el encargado de activar a los otros zimógenos. Por lo tanto, ésta enzima constituye una parte central en el desarrollo de la actividad de la proteólisis completa. Por otro lado, es en el duodeno, donde la tripsina, quimiotripsina y elastasa catalizan la descomposición de las proteínas, peptonas y péptidos, a péptidos más pequeños y aminoácidos (Leeson y Zubair, 2001). La secreción de proteasas pancreáticas después del nacimiento, junto con el desarrollo de la actividad hidrolítica de péptidos en la superficie de los enterocitos del lumen intestinal, no sólo dependerá

de la edad de los pollos sino también del inicio del consumo de alimento (González, 2006).

El producto de esta digestión luminal no es solo de aminoácidos sino también de di y tripéptidos. Los péptidos son absorbidos por las células de la mucosa a través de mecanismos pasivos y activos en el intestino, produciéndose la mayor absorción en el intestino proximal (Sklan y Hurwits, 1980), para luego ser hidrolizados a aminoácidos libres por peptidasas citosólicas o transportados a través de la membrana basal (Krehbiel y Matthews, 2003). La absorción de péptidos es muy rápida en el yeyuno, mientras que la absorción de aminoácidos es más rápida en el íleon.

Los pollos de engorda, necesitan más proteína en los primeros días de vida. Estas exigencias de proteína diaria (expresadas por kg. de peso metabólico) a partir de aproximadamente los 17 días de edad, disminuyen manteniéndose constantes hasta el final (Penz, 1998). La relación fisiológica entre los niveles de energía y proteína también se hace extensiva a los niveles de aminoácidos esenciales en los pollos de 0 a 8 semanas de edad (Rebollar, 2002).

Por lo señalado anteriormente, se puede concluir que el aprovechamiento y digestibilidad de la proteína es limitado en el pollito recién nacido, sin embargo, ésta mejora de un 78% a 90% desde los 4 a 21 días de edad (Noy y Sklan, 1995). Los mismos autores observaron que la digestibilidad ileal del nitrógeno en una dieta maíz-harina de soya aumentó desde un 78% a los 4 días hasta cerca del 90% a los 21 días de edad, indicando que la actividad proteolítica en el intestino podría ser insuficiente en el período postnacimiento. Parece existir un aumento en la actividad enzimática conforme el ave envejece.

2.1.1. 4.- Efecto del Acceso Temprano al Alimento

Se ha observado que la rápida disponibilidad de alimento y uso de dietas pre-starter (dieta ofrecida a pollos de engorda en los primeros 7 días de edad) conduce a que se utilice el saco vitelino para el desarrollo inicial del tracto gastrointestinal, complementándose con alimento exógeno (Noy y Sklan, 1999; Noy y Sklan, 2001).

En estudios se ha determinado que en pollos con acceso inmediato al alimento en las primeras 48 hrs. posteclosión, su peso vivo aumenta 5 g, mientras que el intestino delgado multiplica por dos su peso debido a que el consumo rápido de alimento y agua estimula el crecimiento y capacidad de absorción de las paredes digestivas y mejora su integridad, además del desarrollo posterior del tracto gastrointestinal (Mateos *et al.*, 2002).

En las mismas 48 hrs., el tamaño del saco vitelino desciende aproximadamente 60%, debido a que transfiere cerca de 1 g de grasa y proteína para su utilización por el ave. Se ha visto también que al proporcionar energía en forma sólida o líquida, el pollo incrementa su peso vivo, siendo la diferencia máxima entre el 4º y 8º día, reduciéndose posteriormente. En aquellos pollos sin acceso rápido al alimento en cambio, se reduce en 3,5 g su peso, sin embargo, el saco vitelino pierde menos peso que en los que comen más, aún cuando el saco vitelino es absorbido más rápidamente en animales que recibieron alimento que en aquellos que permanecieron en ayuno (Noy y Sklan, 1997).

Por otro lado el intestino delgado incrementa su peso un 80%, lo que sería explicado porque a pesar que los pollos ayunados no consumen proteína exógena, la proteína requerida para el crecimiento intestinal probablemente

procede del saco vitelino. Los pollos con acceso temprano a nutrientes, por lo tanto, pesan entre un 8% a 10% más (Noy y Sklan, 1999).

Todos los estudios realizados, concuerdan que el acceso temprano a los nutrientes produce un aumento inicial del peso, manteniéndose hasta el sacrificio, con lo que se produce un beneficio directo sobre el intestino mediante el aumento de su peso relativo y diámetro, además del aumento de la longitud de sus vellosidades, mejorándose la utilización de los nutrientes. Mientras antes los pollos tengan acceso al alimento, mayor será su ganancia de peso tanto a los 7 días como a la edad de faenamiento (Noy y Sklan, 1998), con lo que alcanza de un 5% a un 8% de mayor peso al momento de salir al mercado (Profish, 2007).

Dejar a los pollos sin comer en los primeros momentos de vida imposibilita el inicio de los estímulos de los nutrientes sobre el sistema digestivo y reduce la utilización de los nutrientes disponibles en el saco vitelino, los cuales son muy importantes para el desarrollo inicial de los pollitos (Noy y Sklan, 1997). El déficit alimenticio, además produce un crecimiento ineficiente, reducida resistencia a las enfermedades y una pobre producción de carne (Ferket y Uni, 2002). Sin embargo, las diferencias en productividad debidas a cambios nutricionales en el alimento pre-starter, o al retraso en el acceso al alimento tienden a desaparecer con la edad y que las pérdidas de peso observadas con ayunos de 48 horas se recuperan alargando en dos días el ciclo de engorde (Mateos *et al.*, 2002).

2.1. 2.- Relación entre la Alimentación y el Sistema Inmune

Hay interacciones, sinergismos y antagonismos extremadamente importantes entre nutrición e inmunidad que afectan marcadamente la productividad. Existen dos clases de interacciones. En primer lugar, la nutrición puede influir en la inmunocompetencia de las aves y de ahí en su resistencia a las enfermedades. En segundo lugar, las respuestas del sistema inmune a los

procesos infecciosos afectan el crecimiento, metabolismo y necesidades de nutrientes, por lo que se puede ver reducida la absorción de nutrientes.

Para lograr el rápido desarrollo del sistema inmune se requiere de la ingesta oral de nutrientes. De hecho, en ausencia de ingestión oral, los linfocitos fracasan en la colonización, por consiguiente, los órganos inmunes secundarios permanecen sin desarrollarse, además de reducirse la capacidad de producir anticuerpos contra diversas enfermedades (Mateos *et al.*, 2002). Esto debido a que durante una respuesta inmune se liberan citoquinas, como la Interleuquina 1, que actúan sistemáticamente para movilizar grandes cantidades de nutrientes de otros tejidos, especialmente músculo esquelético, por tanto, el sistema inmune puede liberar nutrientes en cantidades proporcionales a la intensidad de la respuesta inmune, tamponando deficiencias marginales en la dieta debidas a una mala formulación (Klasing *et al.*, 1995).

Dibner *et al.*, 1998 y Piquer *et al.*, 1991 observaron que el tracto gastrointestinal actúa como barrera entre el exterior y el interior del organismo y que la concentración de IgA en la mucosa intestinal de las aves era muy baja al día de edad, aumentando lentamente hasta los 9 días. Los mismos autores indicaron que el consumo inmediato de alimento está asociado con un mayor tamaño de la Bursa de Fabricio y una mayor proliferación de linfocitos.

Summers, M., 1991 (citado por Mateos *et al.*, 2002), encontró que cambios en las condiciones del tracto gastrointestinal producido por la presencia de enfermedades, tienen un impacto muy importante sobre la eficiencia y las necesidades en energía y proteína del pollito. Esto concuerda con numerosos trabajos que han demostrado que deficiencias severas o crónicas de muchos nutrientes reducen la respuesta inmune, provocando entre otras consecuencias aumento en la población bacteriana en el intestino lo que tiene un impacto en la eficiencia de digestión de nutrientes del huésped, ya que afectan el valor

nutricional que le asignamos a los ingredientes alimenticios y también en el resultado productivo de las aves (González, 2006).

2.1.3.- Influencia de la Composición Nutricional sobre Rendimiento Productivo

Sin embargo, para que estas aves desarrollen todo su potencial genético, alcanzando niveles crecientes de pesos a una determinada edad, es decir, sean más jóvenes cuando alcanzan el peso de mercado, la mayor preocupación debe concentrarse sobre la nutrición principalmente de los niveles de proteína y energía de la dieta en las etapas más precoces y tardías de la fase de producción. Según lo indicado por Martín *et al.*, 2002 tanto el nivel de proteína en la dieta como la relación energía-proteína tienen un efecto determinante en la ganancia de peso vivo y en la eficiencia de conversión alimenticia de los broiler. La influencia del nivel de energía en la ración sobre la utilización de las proteínas afecta el grado de crecimiento del ave (De la Maza, 1987).

Smith y Pesti, 1998 indican que el nivel de la proteína del alimento está relacionado con el genotipo, por lo que la manipulación del nivel de proteína dietaria puede influenciar la composición del cuerpo, por lo que se esperaría, que el aumento de los niveles de proteína en la dieta por encima de lo recomendado, debiera aumentar por consiguiente las principales características productivas del pollo, mientras que la tasa de respuesta es menor cuando el nivel de proteína es inferior a lo recomendado. En el caso de peso por edad, índice de eficiencia de conversión alimenticia y rendimiento de pechuga mejoran cuando se utilizan niveles más altos de aminoácidos digestibles en la dieta (Aviagen, 2007). Sin embargo, una reducción del nivel de proteína de la dieta, se traduce en una disminución del crecimiento (Santomá y Pontes, 2004) y en una reducción de la ganancia de peso en el pollo de carne. Se ha visto que el efecto que tiene la proteína sobre la ganancia de peso varía dependiendo de la edad del pollo,

produciendo un mayor efecto hasta la segunda semana de edad (De la Maza, 1987).

La eficiencia de conversión (ECA) de la ración depende no sólo de la proteína, sino además del nivel energético de la dieta, por lo que, entre mayor sea la energía metabolizable aportada por la dieta, mejor será la eficiencia de conversión obtenida (Uribe, 1980) y dietas con menor concentración calórica, determinan que el pollo es menos eficiente.

En cuanto al consumo, De la Maza, 1987, indica que la ingestión parece estar determinada en mayor medida por la concentración energética de la dieta y en relación inversa a ésta, es decir, alimentos más energéticos presentan menor consumo.

2. 2.- Insumos Alimenticios Proteicos Utilizados en Avicultura

Los concentrados proteicos son aquellos productos que contienen 20% o más de proteínas en base seca. Estos pueden ser de origen vegetal y animal (Pokniak, 2000).

Entre las fuentes proteicas más utilizadas en aves se encuentran, el afrecho de soya, los subproductos del maíz (gluten feed y gluten meal), poroto de soya desactivado, afrecho de linaza entre otros. También como aportadores de proteínas se pueden agregar a la ración concentrados de origen animal entre los que se encuentran los productos marinos (harina de pescado), subproductos de mataderos (harina de carne, harina de plumas, entre otros) (Pokniak, 2000).

A continuación se presentan algunas características de los concentrados proteicos más utilizados en las dietas de pollos:

2.2.1.- Afrecho de Soya

El afrecho de soya, es un producto de importación, que se obtiene de la molienda y cernido de la torta cocida de soya (*glycine mx*), a la que se le ha extraído el aceite. Este producto se caracteriza por ser la fuente proteica de origen vegetal más utilizada en las dietas de aves debido a que aporta entre 45% a 50 % de proteína. Una de sus mayores cualidades es su alto contenido de lisina (2,92% aproximadamente), en comparación con otras fuentes de proteína vegetal, sin embargo, este insumo es limitante en metionina y cistina (Pokniak, 2000; Rostagno, 2005).

2.2.2.- Poroto de Soya

El poroto de soya crudo es una leguminosa a la que no se le ha extraído el aceite, presenta un porcentaje menor de proteína respecto al afrecho (34%- 36% de proteína). Posee algunos factores detrimentales que deben ser considerados a la hora de utilizar este insumo en las formulaciones, entre estos factores se encuentran: inhibir la acción enzimática de la tripsina, ser hemoaglutinante (Pokniak, 2000), provocar la disminución en el crecimiento debido a la lenta liberación de todos los aminoácidos esenciales por las enzimas proteolíticas en presencia de los inhibidores de tripsina y baja eficiencia alimenticia (Leeson y Zubair, 2001). Es interesante destacar que distintas partidas de este ingrediente que cumplen con las especificaciones de calidad, determinan resultados productivos distintos en pollos broiler, es así como variaciones en el contenido de otros factores antinutricionales como proteínas antigénicas, lipooxigenasas, saponinas, lectinas, oligosacáridos, PNA, e isoflavones pueden afectar positivamente o negativamente el rendimiento de las aves (González, 2006).

2.2.3.- Subproductos del Maíz

El gluten de maíz ó gluten meal es un subproducto resultante de la industria del almidón a partir del maíz. Es un ingrediente muy energético y muy proteico por lo que constituye una buena fuente de proteína vegetal ya que contiene entre un 20% a 25% de proteína, muy buena digestibilidad de aminoácidos, con alto contenido en metionina y bajo en lisina, además de contener una moderada cantidad de fibra ácido detergente (12%-16%). Sin embargo, presenta un mal balance de aminoácidos, debido a que es muy deficiente en lisina y triptófano. Al igual que el maíz tiene un alto contenido en xantofilas que favorece la coloración del huevo y de la piel de los pollos broiler y ácido linoleico. Sin embargo, la disponibilidad del gluten de maíz es relativamente limitada (Pokniak, 2000).

2.2.4.- Subproductos del Trigo

El gluten de trigo, es un subproducto obtenido de la harina de trigo por simple separación acuosa de los demás componentes de la harina como es el almidón. Está constituido por una mezcla de proteínas, siendo las principales la gliadina y la glutenina. Entre sus principales características se encuentra la alta digestibilidad de proteína de aproximadamente 80%, sin embargo, es bajo en lisina (Bruggink, 1993).

2.2.5.- Subproductos de Origen Animal

Entre los concentrados de origen animal encontramos los subproductos de la industria lechera, los subproductos de matadero y el aceite de pescado. Sin embargo su uso está limitado a la crianza de cerdos en el caso de suero de leche y dieta para peces en el caso del aceite de pescado, debido a que este producto presenta limitaciones para ser incorporados en la dieta de pollos por el riesgo de

transferencia de olor y sabor a pescado (Pokniak, 2000). Por lo tanto no se utiliza en formulaciones para pollos.

2.2.6.- Harina de Pescado

Las proteínas de origen animal como la de pescado, carne o harina de sangre, son excelentes pero de alto costo y no siempre disponibles en las cantidades necesarias. En el caso de la harina de pescado (HAPES), su contenido proteico es de aproximadamente 65% y su uso principal en las dietas de los pollos es como fuente de lisina y metionina, aminoácidos limitante en la dietas de aves. También es una buena fuente de vitamina B12, B2, niacina y colina, además de aporta entre 3050 y 3150 kcal/kg de EMAn. Sin embargo, a pesar del alto valor nutritivo que presenta este insumo su incorporación en la raciones es limitada debido al olor y sabor a pescado que trasmite a la carne si es utilizado en grandes cantidades (Pokniak, 2000).

2.2.7.- Hidrolizados de Pescado

La nutrición moderna está continuamente explorando la producción de una alimentación con mayores beneficios. Es así como, se han desarrollado alimentos a partir de la hidrólisis de proteínas tan diversas como las proteínas del pescado entero, con la finalidad de favorecer la absorción de las proteínas a nivel intestinal y sistémico a través de la circulación sanguínea sin pérdida del valor nutricional (Baró *et al.*, 2001; Escobar, 2001). Con esto se logra obtener proteínas funcionales y péptidos bioactivos, que son una secuencia de aminoácidos de pequeño tamaño (entre 2 y 15 aminoácidos) inactivas dentro de la proteína intacta pero que pueden activarse al ser liberados ya sea durante la digestión del alimento en el organismo del individuo o por medio del procesado previo del mismo y que tienen numerosos beneficios entre los que se encuentran ayudar al desarrollo del sistema intestinal, ser potenciadores del sistema inmune ya reducen la aparición

de patologías, principalmente gástricas propios de los animales en fases iniciales de crecimiento, en donde su aparato digestivo aún es inmaduro, entre otras propiedades (Baró *et al.*, 2001; Profish, 2007; Vioque y Millán, 2007).

Una vez demostrado que los péptidos se absorben a través del epitelio intestinal, la investigación científica se ha orientado a determinar cual es el peso molecular máximo que puede ser absorbido y llegar al sistema circulatorio (Profish, 2007).

Autores como Durand y Lagoin, 1983; Baró *et al.*, 2001; Manninen, 2004, han demostrado que los di y tripéptidos que contienen los hidrolizados proteicos son absorbidos más rápidamente a nivel intestinal que los aminoácidos libres de proteínas intactas, por lo que se convierten en una fuente de enriquecimiento alimenticio, debido a que permiten mejorar el rendimiento metabólico.

En los años 70 se afirmaba que sólo los aminoácidos libres podrían llegar al sistema circulatorio a través de sistemas de transporte activo mediados por iones de sodio (Na⁺) y que podrían llegar a saturarse. Posteriormente se determinó que dipéptidos y tripéptidos eran también absorbidos mediante sistemas de transporte activo mediado por protones (H⁺), sodio (Na⁺) y probablemente calcio (Ca⁺⁺). Sin embargo existe numerosa evidencia científica que permite inferir que péptidos tan grandes como la insulina, podrían ser absorbidos en el epitelio intestinal e inclusive tener funcionalidad biológica, debido a que los sistemas de transporte de péptidos no evidencian la capacidad de saturarse a diferencia del transporte de aminoácidos (Profish, 2007).

2.2.7.1.- Proceso de Hidrólisis

El proceso de hidrólisis consiste en la modificación de las proteínas funcionales de los alimentos, ya sea, a través de procesos enzimáticos o químicos generando cadenas polipeptídicas de menor tamaño, las cuales al ser hidrolizadas mediante

un proceso altamente controlado, permite la aparición de cantidades de proteosas, peptonas y péptidos de diferente tamaños, además de una fracción de aminoácidos libres, logrando con esto mayor y mejor solubilización a diferentes pH, digestibilidad y absorción de ellas. (Escobar, 2001)

2.2.7.2.- Características de los Hidrolizados de Pescado

Los subproductos que se obtienen de la pesca son fuentes valiosas de componentes como proteínas, polisacáridos, aceites, pigmentos, vitaminas, minerales y enzimas. Muchas investigaciones sugieren que entre las fuentes proteicas de origen animal, los hidrolizados proteicos de pescado (HPP) son ingredientes atractivos ya que presentan interesantes propiedades, tales como: pequeño tamaño de partículas, adecuada solubilidad, patrón aminoacídico y digestibilidad, siempre y cuando el proceso de fabricación sea correcto. Los HPP se obtienen por la acción de enzimas proteolíticas bajo condiciones aceleradas de digestión y contienen entre un 80 y 90% de proteína en la materia seca (Latrille *et al.*, 2000).

2.2.7.3.- Usos y Beneficios en Dietas de Preinicio de Pollos Broiler

En el caso de los pollos, el período inicial que contempla desde la eclosión hasta los 14 días de vida aproximadamente, presenta una gran importancia debido a que es una etapa crítica. Es por esto que se hace necesaria la entrega de una buena dieta de inicio o pre-starter. La experiencia práctica y de investigación demuestra claramente el beneficio de utilizar un 10% más de aminoácidos digestibles en esta etapa (Kemp y Kenny, 2003).

Información científica reciente ha señalado diferencias importantes en el desarrollo de los órganos digestivos, al utilizar alimentos de alto valor biológico como son los hidrolizados proteicos de pescado en las dietas iniciales de pollitos

de una semana de edad, debido a su adecuado aporte proteico y lipídico de alta eficiencia (Profish, 2007). Estos cambios incluyen hasta un 600% más de masa del intestino delgado, aumento en el largo y profundidad de las vellosidades intestinales a nivel del duodeno, mejorando la capacidad digestiva de los pollos (Brito *et al.*, 2007).

Es así como las constantes investigaciones han llevado a la producción de tres hidrolizados de pescado: Ep400®, Mx100® y SYG200® (producidos por empresa Profish S.A), los que son elaborados a partir de pescado entero y fresco a través de hidrólisis enzimática. Estos presentan un alto valor nutricional ya que poseen proteínas de alta digestibilidad y de bajo peso molecular en forma de proteosomas, peptonas, péptidos y aminoácidos libres; además de alto contenido energético. Sin embargo, a pesar que éstos son producidos bajo el mismo concepto de hidrólisis, se diferencian entre sí por su nivel de hidrólisis, condiciones de tiempo, pH, humedad y enzimas utilizadas (Millán, 2005).

Por medio del proceso productivo utilizado en la elaboración de estos hidrolizados, se obtienen productos cuyo perfil de pesos moleculares de la proteína se encuentra bajo los 30000 dalton, de los cuales aproximadamente el 35% tiene pesos entre los 6000 dalton y los 14000 dalton (70-170 residuos de aminoácidos) y cerca del 25% presenta una distribución bajo los 6.000D (hasta 70 residuos de aminoácidos). Esta distribución de pesos moleculares tiene por finalidad hacer llegar el nitrógeno proteico en forma de gradiente al intestino evitando con esto, la saturación de los sistemas de transporte. Así se logra que péptidos de menor peso molecular sean absorbidos directamente en el epitelio intestinal manteniendo su actividad biológica, mientras que los de mayor tamaño serán hidrolizados rápidamente y convertidos en aminoácidos libres, péptidos y oligopéptidos en el estómago e intestino, para ser posteriormente absorbidos. Tanto los péptidos y aminoácidos libres producidos tienen importantes propiedades nutricionales como fuente de aminoácidos y son biológicamente activos. De esta forma se espera que los animales neonatos con poco desarrollo

del sistema digestivo, puedan absorber eficientemente el nitrógeno proteico requerido para el desarrollo de sus estructuras y crecimiento, en tanto que la proteína de alto peso molecular y de alta digestibilidad junto con el resto de la proteína de la dieta inducen el buen desarrollo del sistema digestivo (Profish, 2007).

Estos hidrolizados pueden ser entregados solos en las dietas de preinicio o bien pueden encontrarse combinados con fuentes de proteína vegetal. En este último caso se cree que la apropiada mezcla de éstos fuentes vegetales produciría, además de bajar el costo del uso de estos hidrolizados, una sinergia de las características nutricionales de estos productos que potenciarían aún más los beneficios productivos que si fueran usados por si solos (Millán, 2005).

3. HIPÓTESIS

La inclusión de hidrolizados proteicos de pescado, solos y combinados con distintas fuentes de proteína vegetal, en dietas de preinicio de pollos broiler, mejora los rendimientos productivos y económicos de estas aves durante todo su ciclo comercial.

4. OBJETIVOS

4.1.- Objetivo General

Determinar los efectos de la suplementación de la dieta de pollos broiler, con hidrolizados proteicos de pescado, solos y/o combinados con proteína vegetal sobre la productividad de las aves.

4.2.- Objetivo Específico

1. Evaluar los efectos de la suplementación de dietas de preinicio de pollos broiler con hidrolizados proteicos de pescado sobre indicadores productivos de importancia comercial.
2. Determinar los eventuales beneficios económicos de los manejos alimentarios probados en los diferentes tratamientos.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1.- Diseño Experimental

5.1.1.- Animales experimentales y Lugar de realización del estudio

Para el estudio se seleccionaron mediante un procedimiento de estandarización de pesaje, seiscientos treinta (630) pollos broiler machos (Ross 308) de 1 día de edad de un rango de peso vivo entre 41- 47g. Estos fueron distribuidos aleatoriamente en 30 corrales de piso (anexo N°1), del pabellón experimental ubicado en la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile, una estructura convencional que presenta ventilación natural y calefacción mediante campanas a gas con control de temperatura por termostato, además de contar con piso de concreto cubierto con viruta de madera limpia y nueva como material absorbente de cama. Durante el estudio los pollos fueron mantenidos en los corrales manteniendo una densidad de 14,5 pollos/m² (de 1 a 14 días) y 12,5 pollos/m² (de 15 días a 40 días).

5.1.2.- Composición de las Dietas

Las aves fueron alimentadas con dietas formuladas isoproteicas e isoenergéticas de acuerdo a los requerimientos de la línea genética y del NRC (1994) y entregadas molidas ("mash"). Las dietas fueron formuladas a base de maíz, afrecho de soya, poroto de soya, oleina, afrechillo de trigo, además de sales minerales, vitaminas, lisina, metionina, coccidiostato y bacitracina.

Durante el período experimental de 40 días, las aves recibieron cuatro dietas, siguiendo los estándares de la crianza comercial de pollos: dieta de preinicio (1 a 14 días de edad), dieta de inicio (15 a 23 días), dieta intermedia (24 a 35 días) y dieta final (36 a 40 días de edad).

Los tratamientos fueron entregados en la dieta de preinicio y se detallan a continuación:

Tratamiento 1: Dieta control Maíz- Soya, a esta dieta se le adicionó además gluten de maíz

Tratamiento 2: Ep400® (hidrolizado de pescado), formulado al 1,6% de inclusión

Tratamiento 3: Mx100® (hidrolizado de pescado), formulado al 1,6% de inclusión

Tratamiento 4: Ep400® al 1,6%, suplementado con gluten de maíz al 1,8% de inclusión

Tratamiento 5: Ep400® al 1,6%, suplementado con gluten Trigo al 1,8% de inclusión

Tratamiento 6: SYG200® (hidrolizado de pescado), formulado al 2% de inclusión

En la tabla 5, se detalla la composición física y química calculada de las dietas de preinicio, que constituyeron los 6 tratamientos con 5 repeticiones cada uno, siendo cada repetición equivalente a un corral. Las dietas inicio, intermedio y final fueron las mismas para todas las aves, estas dietas se detallan en la Tabla 6.

El régimen de alimentación fue *ad-libitum* y agua ofrecida a discreción. El régimen de luz fue similar al esquema utilizado en explotaciones comerciales. La temperatura ambiente fue controlada para ofrecer un ambiente óptimo para las aves, lo mismo se hizo con el manejo de ventilación del galpón. Las temperaturas máximas y mínimas fueron registradas diariamente.

Tabla 5. Composición de las dietas de Preinicio (1-14 días).

Ingredientes(%)	Dietas preinicio (1-14 días)					
	Maíz- Soya	Ep400	MX100	Ep400+GM	Ep400+GT	SYG200
Maíz	50,24	52,17	52,77	49,56	50,63	51,85
Soya, afrecho	29,97	29,34	28,62	30,32	29,51	29,30
Soya, poroto	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Gluten de maíz	2,78	-	-	-	-	-
Maíz gluten (1)	-	-	-	1,80	-	-
Trigo gluten (1)	-	-	-	-	1,80	-
Fosfato bicálcico	2,04	1,99	2,02	1,98	1,99	1,99
Aceite (oleína)	1,80	1,80	1,80	1,80	1,54	1,80
Pesc. Hidrolizado(1)	-	1,60	1,60	1,60	1,60	2,00
Trigo Afrechillo	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Conchuela	0,95	0,97	0,96	0,98	0,97	0,97
Sal	0,35	0,33	0,34	0,33	0,29	0,28
Vitamina broiler(2)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Mineral broiler(3)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Metionina	0,25	0,28	0,28	0,22	0,23	0,28
Lisina	0,17	0,07	0,14	0,02	0,03	0,08
Treonina	0,05	0,05	0,07	0,01	-	0,05
Coccidiostato(4)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Bacitracina (5)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Costo dieta (\$) (6)	131	153	154	151	149	161
Comp.Nutricional calculada						
Proteína cruda, %	23,22	22,4	22,23	23,64	23,68	22,67
EMAn, kcal/kg	2,95	2,95	2,95	2,95	2,95	2,95
Extracto Etereo (%)	6,14	6,39	6,32	6,37	6,11	6,38
Cenizas (%)	5,48	5,47	5,42	5,54	5,47	5,51
Fibra Cruda (%)	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60
Humedad (%)	12,00	12,00	12,00	11,95	11,94	11,98
Lisina, %	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38
Metionina, %	0,61	0,63	0,62	0,61	0,60	0,63
Met+Cis, %	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
Triptofano, %	0,27	0,28	0,28	0,29	0,30	0,28
Treonina, %	0,95	0,95	0,95	0,96	0,96	0,95
Calcio, %	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
P disp., %	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
Sodio, %	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Cloro, %	0,28	0,26	0,28	0,25	0,25	0,26

(1) : Productos aportados por Profish S.A

(2): Premezcla vit. (aporte por kg de alimento.):Vit A:7000UI; Vit D3:3000UI; Vit E:20UI; Vit K:1500mg; VitB1:2,5mg;VitB2:5mg;Ac.Pantoténico:11mg;Niacina:30mg;VitB6:3mg;Colina:650mg; Ac.Fólico:0,75mg; Biotina:0,15mg;Vit B12:0,012mg; Etoxiquina:125mg; Excipientes c.s.p:2g. Elaborado por Centrovét, Chile.

(3): Premezcla min. (aporte por kg de alimento.):Mn:70mg;Fe:80mg;Cu:8mg; Zn:60mg; Se:0,25mg; I:0,4mg;Exp. c.s.p: 750 mg. Elaborado por Centrovét, Chile

(4): Nicarbazina 25% Polvo Oral. Elaborado por Centrovét , Chile. Aporte por cada 100 gr.

(5): BMD® Bacitracina Metileno Disalicilato 110 Alpha. Chile. Aporte en Kg.

(6) Valores tabulares, base de datos para formulación de dietas de pollos broiler. Javier González F. (Comunicación personal)

Tabla 6. Composición de las dietas de Inicio (15-23 días), Crecimiento (24 a 35 días) y Finalizador (36 a 40 días de edad).

Ingredientes (%)	DIETAS		
	Inicio	Crecimiento	Finalizador
Maíz nacional	50,91	55,18	62,44
Soya, afrecho	27,68	19,74	10,76
Soya, poroto	12,00	14,00	17,00
Trigo, afrechillo	0,41	2,00	2,00
Maíz, gluten	3,00	3,00	2,00
Fosfato bicálcico	1,88	1,63	1,39
Aceite de pollo	2,00	2,50	2,50
Conchuela	1,06	0,95	0,94
Sal	0,38	0,38	0,38
Lisina, HCl	0,09	0,07	0,11
Metionina, DI	0,19	0,16	0,17
Mineral broiler (1)	0,10	0,10	0,10
Coccidiostato (3)	0,05	0,05	-----
Bacitracina (4)	0,05	0,03	-----
Vitamina broiler (2)	0,20	0,20	0,20
L-treonina	-----	0,01	-----
Costo dieta (\$) (5)	129	125	119
Comp. nutricional calculada			
Proteína cruda, %	22,80	20,24	16,90
EMAn, kcal/kg	3,00	3,10	3,20
Extracto Etereo (%)	6,61	7,54	8,21
Cenizas (%)	5,22	4,59	3,89
Fibra Cruda (%)	2,60	2,60	2,60
Humedad (%)	11,98	12,10	12,32
Lisina, %	1,30	1,13	0,97
Metionina, %	0,55	0,49	0,45
Met+Cis, %	0,95	0,85	0,76
Triptofano, %	0,27	0,24	0,19
Treonina, %	0,89	0,79	0,66
Calcio, %	1,00	0,88	0,80
P disp., %	0,45	0,40	0,35
Sodio, %	0,18	0,18	0,18
Cloro, %	0,28	0,28	0,28
Potasio, %	1,00	0,88	0,74

(1) Premezcla Vit. (aporte por kg de alimento): vit. A: 7000 UI; vit. D3: 3000 UI; vit. E: 20UI; vit. K: 1.500 mg; vit B1: 2,5 mg.; vit B2: 5mg; Ac. Pantoténico: 11 mg.; Niacina: 30 mg.; vit. B6: 3 mg.; Colina: 650 mg.; Ac. Folico: 0,75 mg.; Biotina: 0,15 mg. Vit B12: 0,012 mg.; Etoxiquina: 125 mg.; Excipiente c.s.p: 2 g. Elaborado por Centrovvet, Chile.

(2) Premezcla Mineral (aporte por kg de alimento): Mn: 70 mg.; Fe: 80 mg.; Cu: 8 mg. ; Zn: 60 mg. ; Se: 0,25 mg.; I: 0,4 mg.; Excipientes c.s.p : 750 mg. Elaborado por Centrovvet. Chile

(3) Nicarbazina 25% Polvo Oral. Elaborado por Centrovvet Ltda., Chile. Aporte por cada 100 gr.

(4) BMD® Bacitracina Metileno Disalicilato 110 Alfarma. Chile. Aporte en Kg.

(5) Valores tabulares, base de datos para formulación de dietas de pollos broiler. Javier González F. (Comunicación personal)

5.2.- Mediciones

5.2.1.- Indicadores Productivos

- Peso vivo promedio a los 1, 14, 23,35 y 40 días de edad. Se calculó de la siguiente manera:

$$\text{PV} = \text{kg de peso vivo de cada corral} / \text{número de aves de cada corral}$$

- Ganancia de peso por período (1-14,15-23,24-35,36-40) y por sus respectivos periodos acumulados. Se calculó por repetición, de la siguiente manera:

$$\text{GP} = \text{kg de peso vivo final} - \text{kg de peso vivo inicial}$$

- Consumo de alimento y eficiencia de conversión alimenticia por períodos acumulados (1-14, 1-23, 1-35 y 1-40 días).

El consumo de alimento se calculó por repetición de la siguiente manera:

$$\text{CA} = \text{kg de alimento ofrecido} - \text{kg de alimento sobrante}$$

La ECA también se calculó por repetición:

$$\text{ECA} = \text{consumo de alimento} / \text{ganancia de peso}$$

- Porcentaje de mortalidad por períodos (1-14,15-23,24-35,36-40). Este se calculó por repetición, por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{M} = (\text{n}^\circ \text{ de animales muertos} \times 100) / 21 \text{ o } 18 (\text{n}^\circ \text{ de aves por repetición de } 1^{\text{era}} \text{ y } 2^{\text{da}} \text{ etapa del experimento respectivamente)}$$

- Determinación del Índice de Eficiencia Productiva (IEP) al final del período total del experimento, para lo que se utilizó siguiente fórmula:

$$\text{IEP} = \left[\frac{\text{Viabilidad (\%)} \times \text{Ganancia de Peso/día (Kg.)}}{\text{ECA}} \right] \times 100$$

Las diferentes variables utilizadas para el cálculo del IEP, se obtuvieron de la siguiente manera:

Viabilidad (%): porcentaje de pollos vivos al final del ensayo en relación a los pollos de inicio de los períodos 1 a 14 días y 15 a 40 días, corrigiendo así por la mortalidad presentada

Ganancia de Peso/día (Kg): (peso final-peso inicial)/número de días ensayo

ECA: Consumo total de alimento en el período/ ganancia de peso total en el período

5.2.2.- Indicadores Económicos

- Cálculo del costo alimentario de la ganancia de peso (CAGP) de los pollos del estudio. Para el cálculo de este indicador se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{CAGP} = \text{ECA} \times \text{costo (\$) de kg. de dieta de cada tratamiento}$$

- Cálculo del Margen Bruto (MB) para cada tratamiento, para lo cuál se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{MB} = [\text{Ki} \times \text{V}] - ([\text{CO}_{(PI)} \times \text{PA}_{(PI)}] + [\text{CO}_{(IC)} \times \text{PA}_{(IC)}] + [\text{CO}_{(IT)} \times \text{PA}_{(IT)}] + [\text{CO}_{(FN)} \times \text{PA}_{(FN)}])$$

Donde:

Ki: Kilogramos de pollos vivos de cada tratamiento vendidos en planta faenadora)

V: Valor del kilo de pollo vivo (\$417 Codipra S,A, semana 11-15 de Diciembre, 2006. Revista del Campo, Diario el Mercurio)

$CO_{(PI)}$: kilos de alimento consumidos de dieta de preinicio

$PA_{(PI)}$ = precio del alimento de dieta de preinicio.

$CO_{(IC)}$ = kilos de alimento consumidos de dieta de inicio.

$PA_{(IC)}$ = precio del alimento de dieta de inicio.

$CO_{(IT)}$ = kilos de alimento consumidos de dieta intermedio.

$PA_{(IT)}$ = precio del alimento de dieta intermedio.

$CO_{(FN)}$ = kilos de alimento consumidos dieta de final.

$PA_{(FN)}$ = precio del alimento de dieta final.

i = i-ésimo tratamiento (1,...,6)

En el cálculo de este indicador, se consideró sólo el componente “alimento” dentro de los costos variables, ya que es por lejos, el costo más importante (constituye cerca del 60% de los costos variables de producción).

5.3.- Análisis de las dietas

El análisis químico de los insumos experimentales del estudio (hidrolizados de pescado formulados, gluten de trigo y de maíz) y su perfil aminoacídico se detallan en los anexos 2 y 3 respectivamente.

Las dietas fueron muestreadas y analizadas para “Análisis Químico Proximal” (AOAC, 2002). Para esto, se tomó una muestra representativa de cada una de ellas, correspondiente a los distintos tratamientos: Preinicio (6 dietas), Inicio, Intermedio y Final, las cuales se enviaron a laboratorio para análisis.

5.4.- Análisis estadístico

Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza (ANDEVA) utilizando el programa estadístico SAS¹. Los valores en porcentaje fueron transformados según la función de arcoseno, previo al ANDEVA. Las variables que resultaron significativas al ANDEVA ($p \leq 0,05$) fueron sometidas luego a una prueba de Tukey de comparación de medias.

El análisis estadístico se realizó en base al siguiente modelo:

$$X_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

X_{ij} = respuesta observada

μ = media poblacional

T_i = efecto del i -ésimo tratamiento ($i = T_1, \dots, T_6$)

ϵ_{ij} = error experimental

¹ Programa estadístico STATISTICAL ANALISYS SYSTEM (SAS). 2004. Learning Edition 2.0 (2.1.4.0). Licensed to Universidad de Chile, Site 0000514771.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1.- Resultados

Se presenta a continuación, la información respecto de los indicadores productivos y de los indicadores económicos.

6.1.1.- Indicadores Productivos

6.1.1.1.- Peso Vivo (PV) y Ganancia de Peso (GP)

Los resultados obtenidos para las variables PV y GP se presentan en las Tablas 7 y 8 respectivamente. Se observa que no existieron diferencias significativas entre tratamientos ($p > 0.05$), Estos resultados son indicativos que hubo homogeneidad en los pesos de las aves desde el inicio del estudio para todos los tratamientos.

Tabla 7. *Peso vivo (PV) día 1, 14, 23, 35 y 40 de edad de pollos broiler alimentados con hidrolizados de pescado solos o mezclados con proteína vegetal (Promedios \pm desviación estándar)*

PESO VIVO PROMEDIO (Kg)					
Tratamiento	día 1	día 14	día 23	día 35	día 40
Control Maíz-Soya	0,04 $\pm 0,0004$	0,38 $\pm 0,01$	0,94 $\pm 0,06$	1,96 $\pm 0,04$	2,31 $\pm 0,06$
Ep400 1,6% inclusión	0,04 $\pm 0,00064$	0,38 $\pm 0,02$	0,92 $\pm 0,04$	1,93 $\pm 0,03$	2,28 $\pm 0,04$
MX100 1,6% inclusión	0,04 $\pm 0,0006$	0,38 $\pm 0,01$	0,92 $\pm 0,02$	1,92 $\pm 0,02$	2,26 $\pm 0,02$
Ep400 1,6% +1,8% G. Maíz	0,04 $\pm 0,00067$	0,37 $\pm 0,01$	0,92 $\pm 0,04$	1,95 $\pm 0,05$	2,28 $\pm 0,06$
Ep400 1,6% +1,8% G.Trigo	0,04 $\pm 0,00043$	0,37 $\pm 0,02$	0,92 $\pm 0,01$	1,92 $\pm 0,03$	2,27 $\pm 0,06$
SYG200 2% inclusión	0,04 $\pm 0,0004$	0,36 $\pm 0,02$	0,91 $\pm 0,03$	1,93 $\pm 0,07$	2,26 $\pm 0,07$
Valor de p	0,6741	0,585	0,8665	0,6168	0,7362

Tabla 8. Ganancia de peso (GP), períodos acumulados 1-14, 1-23, 1-35, 1-40 días de edad de pollos broiler alimentados con hidrolizados de pescado solos o mezclados con proteína vegetal (Promedios \pm desviación estándar)

GANANCIA DE PESO (GP) POR PERÍODOS ACUMULADOS(KG)				
Tratamiento	1-14 ds.	1-23ds.	1-35 ds.	1-40 ds.
Control Maíz-Soya	0,34 $\pm 0,01$	0,9 $\pm 0,06$	1,92 $\pm 0,04$	2,2 $\pm 0,05$
Ep400 1,6% inclusión	0,33 $\pm 0,02$	0,87 $\pm 0,04$	1,89 $\pm 0,03$	2,17 $\pm 0,04$
MX100 1,6% inclusión	0,33 $\pm 0,01$	0,88 $\pm 0,02$	1,88 $\pm 0,02$	2,15 $\pm 0,02$
Ep400 1,6% +1,8% G. Maíz	0,33 $\pm 0,02$	0,88 $\pm 0,04$	1,91 $\pm 0,05$	2,17 $\pm 0,06$
Ep400 1,6% +1,8% G.Trigo	0,33 $\pm 0,02$	0,87 $\pm 0,01$	1,88 $\pm 0,03$	2,17 $\pm 0,05$
SYG200 2% inclusión	0,32 $\pm 0,02$	0,87 $\pm 0,03$	1,89 $\pm 0,07$	2,15 $\pm 0,07$
Valor de p	0,5799	0,8659	0,6389	0,7636

6.1.1.2 Consumo de Alimento (CA)

Con respecto al CA por pollo en los distintos períodos productivos (tabla 9) se observó diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) entre el tratamiento Ep400@+GT respecto del control maíz-soya, Ep400+GM y Mx100. Estas diferencias se produjeron tanto en el período de 24-35 días de edad, como en los acumulados 1-35 días y 1-40 días de edad. Para el resto de los otros períodos productivos, no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$).

Tabla 9. Consumo de Alimento por Pollo (CA), períodos y sus respectivos acumulados, de pollos broiler alimentados con hidrolizados de pescado solos o mezclados con proteína vegetal (Promedios \pm desviación estándar)

CONSUMO DE ALIMENTO POR POLLO, POR PERÌODOS Y ACUMULADO (KG)							
Tratamiento	Por Períodos				Acumulado		
	1-14 ds.	15-23ds.	24-35ds.	35-40ds.	1-23 ds.	1-35 ds.	1-40 ds.
Control Maíz-Soya	0,45 $\pm 0,01$	0,93 $\pm 0,03$	2,17 ^b $\pm 0,10$	1,05 $\pm 0,08$	1,38 $\pm 0,13$	3,55 ^b $\pm 0,08$	4,60 ^b $\pm 0,06$
Ep400 1,6% inclusión	0,46 $\pm 0,04$	0,93 $\pm 0,03$	2,10 ^{ab} $\pm 0,08$	1,02 $\pm 0,07$	1,38 $\pm 0,04$	3,49 ^{ab} $\pm 0,09$	4,51 ^{ab} $\pm 0,08$
MX100 1,6% inclusión	0,48 $\pm 0,03$	0,93 $\pm 0,04$	2,19 ^b $\pm 0,16$	1,01 $\pm 0,05$	1,41 $\pm 0,09$	3,60 ^b $\pm 0,11$	4,61 ^b $\pm 0,10$
Ep400 1,6% +1,8%G.Maiz	0,45 $\pm 0,03$	0,91 $\pm 0,03$	2,17 ^b $\pm 0,16$	0,99 $\pm 0,05$	1,36 $\pm 0,10$	3,56 ^b $\pm 0,16$	4,52 ^b $\pm 0,05$
Ep400 1,6% +1,8%G.Trigo	0,45 $\pm 0,02$	0,89 $\pm 0,04$	1,91 ^a $\pm 0,11$	1,01 $\pm 0,05$	1,34 $\pm 0,09$	3,25 ^a $\pm 0,07$	4,26 ^a $\pm 0,07$
SYG200 2% inclusión	0,47 $\pm 0,04$	0,88 $\pm 0,03$	1,99 ^{ab} $\pm 0,10$	1,01 $\pm 0,05$	1,35 $\pm 0,08$	3,54 ^{ab} $\pm 0,05$	4,35 ^{ab} $\pm 0,03$
Valor de p	0,5300	0,0806	0,0056	0,7901	0,5884	0,0077	0,0118

*a, b superíndice distinto, por lo tanto, son estadísticamente diferentes ($p < 0,05$)

6.1.1.3.- Eficiencia de Conversión Alimenticia (ECA)

Los valores de ECA (indicador del comportamiento productivo y que refleja la capacidad de convertir los nutrientes en peso vivo) obtenidos en este estudio, se encuentran dentro de los rangos esperables dentro de la crianza comercial.

Como demuestra la tabla 10, la ECA al igual que los indicadores anteriores, no presentó diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los diferentes tratamientos, para los distintos períodos productivos.

Tabla 10. Eficiencia de conversión alimenticia (ECA), períodos acumulados 1-14, 1-23, 1-35, 1-40 días de edad de pollos broiler alimentados con hidrolizados de pescado solos o mezclados con proteína vegetal (Promedios \pm desviación estándar)

EFICIENCIA DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA POR PERÍODOS ACUMULADOS				
Tratamiento	1-14 ds.	1-23 ds.	1-35 ds.	1-40 ds.
Control Maíz-Soya	1,34 $\pm 0,05$	1,55 $\pm 0,13$	1,85 $\pm 0,08$	2,03 $\pm 0,06$
Ep400 1,6% inclusión	1,38 $\pm 0,07$	1,6 $\pm 0,04$	1,88 $\pm 0,09$	2,02 $\pm 0,08$
MX100 1,6% inclusión	1,42 $\pm 0,09$	1,61 $\pm 0,09$	1,92 $\pm 0,11$	2,06 $\pm 0,10$
Ep400 1,6% + 1,8% G. Maíz	1,4 $\pm 0,09$	1,56 $\pm 0,10$	1,87 $\pm 0,16$	2,03 $\pm 0,12$
Ep400 1,6% + 1,8% G. Trigo	1,37 $\pm 0,13$	1,51 $\pm 0,09$	1,83 $\pm 0,07$	1,94 $\pm 0,05$
SYG200 2% inclusión	1,49 $\pm 0,16$	1,57 $\pm 0,08$	1,83 $\pm 0,05$	1,98 $\pm 0,05$
Valor de p	0,3548	0,5884	0,0578	0,0617

6.1.1.4.- Mortalidad (M)

El porcentaje de mortalidad obtenido en este estudio para los diferentes períodos se muestra en la tabla 11. La mortalidad obtenida para los diferentes períodos se encontró dentro de los rangos esperables en un manejo productivo comercial, siendo el grupo control y el grupo alimentado con Ep400®+GT, los de mayor porcentaje de mortalidad en el período acumulativo (1-40 días). La menor mortalidad se presentó como se puede observar en el grupo alimentado con MX100® y SYG200®.

El mayor número de muertes se produjo en el período inicial (0-14 días), siendo las causas de estas variadas. En el primer período las muertes correspondieron a cuadros septicémicos asociados a onfalitis y/o infección del

saco vitelino, mientras que en el período intermedio las muertes fueron causadas principalmente por síndrome de muerte súbita y congestión y edema pulmonar. En el período final no existieron muertes.

Tabla 11. Mortalidad de los distintos períodos del estudio (1-14 ds., 15-23ds., 24-35ds., 36-40ds. y 1-40ds.), expresado como porcentajes, en pollos broiler alimentados con hidrolizados de pescado solos o mezclados con proteína vegetal.

Tratamiento	MORTALIDAD (%)				
	1-14ds.	15-23ds.	24-35ds	36-40ds	1-40ds
Control Maíz-Soya	1,90	2,27	0	0	4,17
Ep400 1,6% inclusión	1,90	0	0	0	1,90
MX100 1,6% inclusión	0,95	0	0	0	0,95
Ep400 1,6%+1,8% Gluten Maíz	0,95	0	1,12	0	2,07
Ep400 1,6%+1,8% Gluten Trigo	1,90	2,27	0	0	4,17
SYG200 2% inclusión	0,95	0	0	0	0,95

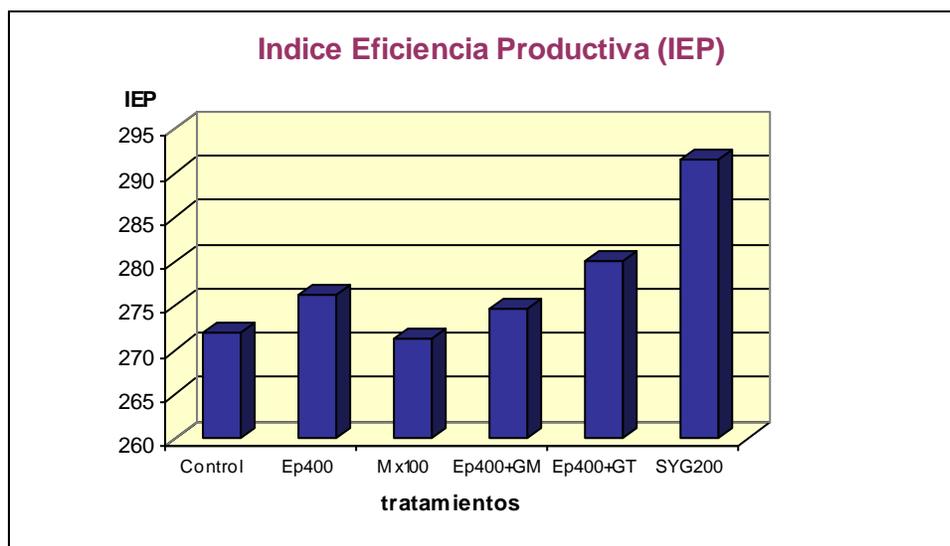
6.1.1.5.- Índice de Eficiencia Productiva

El índice de eficiencia productiva (IEP) obtenido por cada uno de los tratamientos se presenta en la Figura N°1.

Este indicador permite evaluar el rendimiento integral de grupos, con lo que se puede comparar planteles o granjas entre si (Icochea, 2007). Para su cálculo se consideraron las variables Viabilidad (%), GP (kg) y ECA, del estudio completo.

Los mayores IEP obtenidos en el estudio fueron de SYG200® y Ep400®+GT. Por el contrario, los tratamientos con menor IEP, fueron el tratamiento que contenía MX100® 1,6% y el control compuesto por maíz-soya.

Figura N°1. Índice de Eficiencia Productiva (IEP) calculado para los diferentes tratamientos, en pollos broiler alimentados con hidrolizados de pescado solos o mezclados con proteína vegetal



6.1.2 Indicadores Económicos

En la tabla 12, se muestra el porcentaje de inclusión y precio (\$/kg) de los hidrolizados incorporados en las dietas, además de los costos totales de las dietas (expresada como \$/kg).

Tabla 12. Porcentaje de inclusión y precio (\$/kg) de hidrolizados proteicos (HP) incorporados en las dietas y costo total de las dietas (\$/kg)

Tratamientos	%inc. H.P	Precio (\$/ kg) H.P*	Costo total dieta (\$/kg) ^x
Control Maíz-Soya	1,6	0	131
Ep400	1,6	1811	153
MX100	1,6	1811	154
Ep400 + Gluten Maíz	1,6	1811	151

Ep400 + Gluten Trigo	1,6	1811	149
SYG200	2,0	1811	161

* Precio estimado por empresa Profish S.A: US\$3,6/kg. de hidrolizado (precio calculado considerando precio dólar \$503 al 24 Oct 2007, valores no incluyen iva)

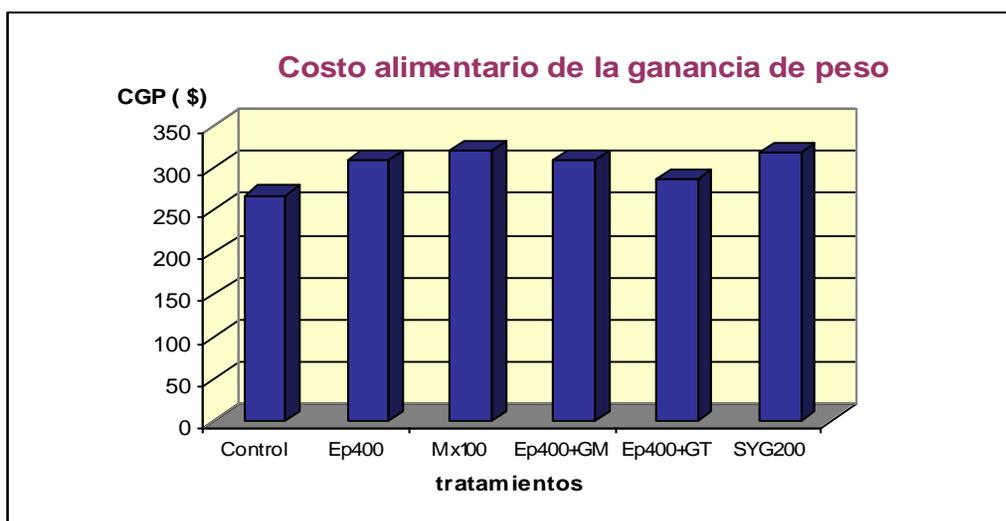
^x Incluye todos los insumos utilizados en la formulación

6.1.2.1.- Costo Alimentario de la Ganancia de Peso

El costo de la ganancia de peso (CAGP), involucra la ECA obtenida para cada tratamiento y el costo (\$) del kilo de la dieta (dato obtenido en la formulación computacional (tablas 5 y 6).

Como se demuestra en la Figura N°2, los mayores CAGP se observan en los tratamientos Mx100®, SYG200®, Ep400® y Ep400+GM, mientras que el menor CAGP de los 6 tratamientos lo muestra el control, asumiendo Ep400+GT un valor intermedio.

Figura N°2. Costo alimentario de la ganancia de peso, de pollos broiler alimentados con hidrolizados de pescado solos o mezclados con proteína vegetal, calculado para cada tratamiento.



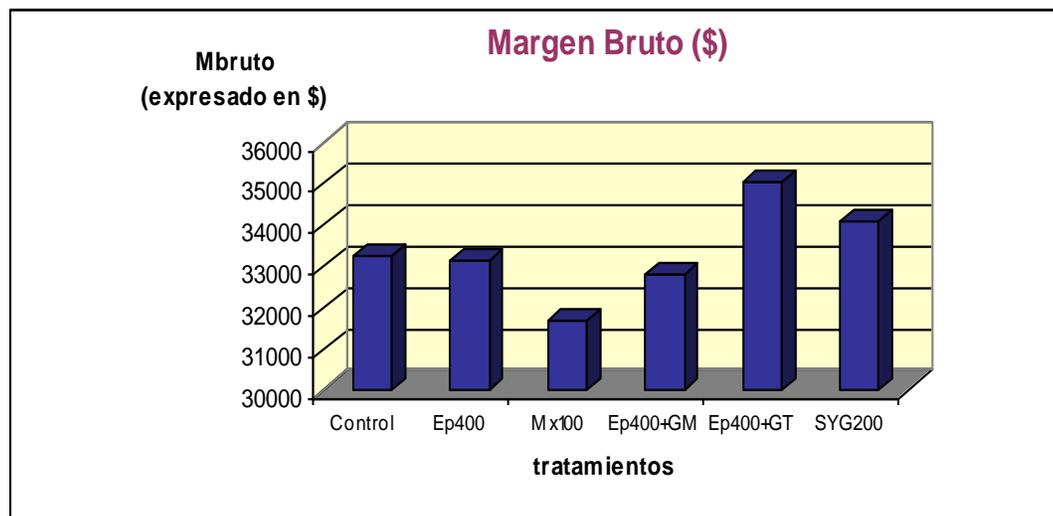
6.1.2.2.- Margen Bruto

El margen bruto (MB) fue calculado para medir el resultado económico o utilidad obtenida de cada tratamiento y así poder conocer cuál es el más conveniente económicamente. Para su cálculo se utilizó los costos de las dietas y el consumo promedio en los diferentes períodos productivos (preinicio, inicio, intermedio y final), además del precio de venta de los pollos y los kilogramos vendidos.

En la figura N°3, se presenta el MB obtenido por cada uno de los tratamientos. Como se muestra, la mayor utilidad la alcanzó el tratamiento Ep400®+GT con el que se logró \$3352 más que MX100® que tuvo la menor utilidad de los 6 tratamientos.

Por otro lado, de los resultados obtenidos se desprende que con Ep400® sólo, se logró un margen bruto levemente superior a cuando este hidrolizado se encuentra asociado a una fuente de proteína vegetal como es gluten maíz, pero inferior al MB logrado cuando está asociado a gluten trigo.

Figura N°3. Margen Bruto (expresado en \$), calculado para cada tratamiento



6.1.3.- Análisis de las Dietas

Los resultados del análisis químico proximal (AQP) realizado por el laboratorio, se entregan en las Tablas 13 y 14.

El AQP de las dietas de preinicio (Tabla 13), refleja valores analíticos bastante semejantes a los utilizados para la formulación y que provienen de las bases de datos computacionales. En general, si se comparan éstas con la composición calculada por la base computacional (Tabla 5), se puede observar leves diferencias entre ambos, logrando valores composicionales levemente menores para proteína cruda (calculados por el método de Kjeldhal) y extracto etéreo; mientras que para ceniza, fibra cruda y humedad se obtienen valores levemente superiores a los calculados en la base de datos computacional. De todos modos, el contenido real de PC de las dietas cumple con los requerimientos de la línea genética de NRC (1994).

Los AQP de las dietas inicial e intermedia (Tabla 14), reflejan valores analíticos que difieren levemente de la composición nutricional calculada por la base de datos computacionales (Tabla 6), mostrando tener valores levemente inferiores en proteína cruda y humedad; en el caso de extracto etéreo la dieta inicial presentó un menor valor, mientras que la dieta intermedia fue levemente superior.

Sin embargo, los resultados entregados por el AQP del laboratorio para la dieta final (Tabla 14), muestra valores analíticos que difieren composicionalmente de la base computacional (Tabla 6), esto debido a que tiene cerca de un 3% menos de proteína cruda y extracto etéreo que la calculada por la base computacional, mientras que para fibra cruda y humedad los valores son levemente inferiores.

Tabla 13. Análisis químico proximal (AQP) de dietas PREINICIO²

Análisis (%)	Tratamientos					
	Control	Ep4001,6%	Mx100 1,6%	EP4001,6% + 1,8%GM	EP4001,6% + 1,8%GT	SYG200 2%
Composición calculada						
Prot. Total (N x 6,25)	21,64	21,82	21,62	22,55	21,7	21,6
Grasa Total	5,61	5,79	5,36	5,44	5,73	5,79
Cenizas	6,85	6,8	6,22	6,41	6,20	6,20
Fibra Cruda	3,41	3,21	3,52	2,84	3,00	3,57
Humedad	10,83	11,01	11,19	11,08	11,08	10,87

Tabla 14. Análisis químico proximal (AQP) de dietas INICIAL, INTERMEDIA Y FINAL⁴

Resultado de Análisis (%)	Tratamiento		
	Inicial	Intermedio	Final
Composición calculada			
Proteína Total (N x 6,25)	22,06	20,20	13,67
Grasa Total	5,88	7,72	5,42
Cenizas	6,55	5,69	5,46
Fibra Cruda	2,99	2,59	2,35
Humedad	10,63	10,70	10,39

6.2.- Discusión

Con los resultados obtenidos, se puede señalar que la hipótesis planteada en este estudio no puede ser completamente aceptada, debido a que no se logró demostrar que el uso de hidrolizados proteicos de pescado empleados en dietas iniciales de pollos broiler mejora los rendimientos productivos, sin embargo, se pudo observar que el uso de Ep400+GT y SYG200® mejora el rendimiento económico por sobre el empleo de la dieta comercial clásica.

Autores como Noy y Sklan, 2001; González, 2006 y Santoyo, 2007, han señalado que la nutrición en los primeros días de vida del pollo broiler tiene efectos importantes en el crecimiento y desarrollo posterior, lográndose un mayor

² AQP realizado por Laboratorios de Servicios Avanzados, Labser Ltda. 2006

crecimiento y mejoras en la productividad, en la medida que se optimiza su nutrición temprana. Otros autores (Krehbiel y Matthews, 2003; Profish, 2007; Brito *et al.*, 2007) describen que los indicadores productivos mejoran cuando se utilizan suplementos de alta digestibilidad y elevado aporte nutricional como son los hidrolizados de pescado, esto debido a que promueven cambios en el sistema digestivo y sus secreciones. Efectos que no pudieron ser corroborados en este estudio, puesto que como se indicó anteriormente, no existieron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos ($p > 0,05$) para PV, GPV y ECA, presentando sólo diferencias estadísticas ($p < 0,05$) para CA en el período 24 a 35 días, acumulados 1 a 35 días y 1 a 40 días entre las dietas control y Mx100® respecto de Ep400+GT, diferencias que sin embargo, no mostraron ser relevante para los rendimientos productivos finales. Resultados semejantes a los obtenidos por Maucher, 2007 (teniendo en consideración que Ep400® fue incorporado al 2% v/s el 1,6% de este estudio, lo que pudo influir en que los resultados fueran similares en ambos estudios) y Cézard *et al.*, 1994; pero difieren de los obtenidos por Boza *et al.*, 2000.

Esto permite afirmar que en este estudio, la suplementación de hidrolizados de pescado solos y/o mezclados con gluten en dietas de preinicio del pollo (hasta los 14 días de edad) no tendría efecto sobre la productividad, independiente del nivel de inclusión en el que se encuentre incorporado en la dieta.

Por otra parte, diversas investigaciones (Durand y Lagoin, 1983; Baró *et al.*, 2001; Escobar, 2001; Manninen, 2004; Profish, 2007; Brito *et al.*, 2007) indican que los di y tripéptidos (biológicamente activos) que contienen los hidrolizados proteicos son capaces de ejercer efectos biológicos específicos al actuar sobre las vellosidades intestinales permitiendo un adecuado desarrollo de ésta, mejorando con ello la absorción de nutrientes, efecto que se refleja en etapas posteriores del pollo al metabolizar adecuadamente los nutrientes entregados, debido a que estos péptidos son absorbidos más rápidamente que los aminoácidos libres de proteínas intactas.

Leeson, 2006 por su parte, indica que existe evidencia que la digestibilidad de las dietas a base de maíz-soya, a pesar de ser consideradas las dietas ideales para pollos, estaría por debajo de lo óptimo para pollos jóvenes. Sin embargo, las propiedades que se le otorgan a los hidrolizados y lo indicado por Leeson, 2006 no se manifestaron en los resultados obtenidos en el presente estudio, por lo que se hace necesario medir el real efecto de los di y tripéptidos sobre el intestino de los pollos, como en los estudios histológicos de las vellosidades intestinales de Noy y Sklan, 1999, en que se procede a comparar por ejemplo el largo de éstas y calcular la superficie de absorción en pollos alimentados con hidrolizados v/s pollos con alimentación sin estos suplementos, para determinar si los hidrolizados producidos en nuestro país y probados en esta y futuras investigaciones, ejercen realmente cambios en el desarrollo intestinal del pollo.

El hecho que las dietas fueron formuladas isoproteicas e isoenergéticas, permitió evitar posibles efectos de diferencias en el nivel proteico y energético de las dietas. El mezclado al que fueron sometidos los ingredientes para elaborar las diferentes dietas, que a juicio de Behnke *et al.*, 2007 permite lograr uniformidad en los nutrientes con lo que se logra mejor utilización de estos, también puede haber contribuido a la homogenidad de los resultados. La falta de efectos, también podría tener su explicación en el proceso de hidrólisis enzimático a la que fue sometida la materia prima (pescado fresco) utilizada para la obtención de los hidrolizados probados, que al parecer no logró un resultado industrialmente satisfactorio, debido a que con este proceso se pretendía disminuir el peso molecular de los nutrientes nitrogenados empleados, logrando con ello péptidos cortos de alta eficiencia de absorción intestinal como indica la bibliografía consultada.

A pesar de lo anteriormente discutido, es posible visualizar que los valores obtenidos para los diferentes indicadores productivos se encuentran dentro de los rangos normales y esperables para una producción comercial, como lo indican Lesson, 2006 y Rebollar, 2002. Indicativo que los diferentes tratamientos

entregados a los pollos, cubrieron los requerimientos proteicos y energéticos de acuerdo a la línea genética y al NRC (1994), durante todo el período productivo.

Aún cuando estadísticamente los tratamientos no muestran ser diferentes para el indicador PV, se puede observar que el control maíz-soya presentó numéricamente un mayor PV que Ep400®, que a su vez, muestra una leve mayor GPV que los otros dos hidrolizados (MX100® y SYG200® 2%). Para el caso de el indicador CA, a pesar que estadísticamente no existe diferencias entre el tratamiento control y MX100®, se puede observar que el grupo alimentado con el control obtuvo un CA numéricamente levemente menor al grupo alimentado con MX100®, pero mayor a SYG200®, al considerar el período acumulativo de 1-40 días. Mientras que las asociaciones de Ep400® con una fuente de proteína vegetal como es el gluten maíz y el gluten trigo, lograron igual GPV, a pesar que los pollos alimentados con Ep400® + gluten maíz tuvieron un mayor CA, lo que difiere con lo planteado por Millán, 2005 sobre el sinergismo de las características nutricionales entre la proteína vegetal e hidrolizados proteicos y tampoco con los resultados obtenidos por Maucher, 2007 quien reporta un mayor CA en los pollos alimentados con hidrolizado asociado a gluten trigo.

Otra de las propiedades atribuidas a los hidrolizados proteicos es su capacidad para entregar cierta protección inmunológica a los animales en fases iniciales de crecimiento (Baró *et al.*, 2001; Profish, 2007). Respecto a este punto, la baja mortalidad encontrada podría ser un reflejo de esta propiedad, ya que como se puede observar en los primeros 14 días de vida de los pollos, los tratamientos a base de hidrolizados no superaron el porcentaje de mortalidad de la dieta control, incluso los grupos alimentados con MX100®, Ep400®+GM y SYG200® lograron los porcentajes de mortalidad menores, con lo que se puede deducir que los hidrolizados entregaron inmunidad a los pollos inicialmente, que se manifestó en menor mortalidad posterior. Sin embargo, no hay que dejar de tener en cuenta que la baja mortalidad presentada se podría deber a la uniformidad lograda en los diferentes lotes de pollos (Boerjan, 2005).

Al analizar la eficiencia productiva (medida por IEP), se observa que todos los tratamientos obtuvieron un índice superior a 260, lo que es considerado aceptable y se encuentran en los rangos esperados, como indican Ortiz *et al.*, 1997 (citados por Rebollar, 2002). Esto permite decir que los grupos alimentados con los diferentes tratamientos son eficientes productivamente. Los tratamientos con mejor IEP fueron Ep400®+GT y SYG200®, superando en ambos casos el IEP 275, considerado excelente (Rebollar, 2002), debido a que a pesar de tener los porcentajes más altos de mortalidad, tuvieron las ECA mejores (expresado como menor valor numérico, pero no estadísticamente diferentes). Por el contrario, los tratamientos con menor IEP, fueron MX100® y el tratamiento control maíz-soya, que a su vez son los que presentan las peores ECA (mayor valor numérico), debido a su alto consumo de alimento.

Una vez discutidos los resultados productivos, surge discutir brevemente uno de los aspectos más importantes en la producción, el costo de la alimentación, debido a que constituyen entre un 60% a 70% de los costos variables (Behnke y Beyer, 2007), por lo que tiene gran importancia, no solo que la dieta aporte los nutrientes necesarios para el desarrollo adecuado del pollo, sino que además debe ser de bajo costo, para lograr así un mayor beneficio económico (Profish, 2007). Según indica González, 2006, el uso de una dieta de preinicio (dieta de 1 a 14 días de edad) puede conducir a mayores beneficios económicos comparado con una dieta de 1 a 21 días de edad. Por este motivo es necesario calcular el CAGP y el MB, cuyos resultados permiten determinar cuál es la dieta más conveniente económicamente.

Según Leeson, 2006, los alimentos más digestibles resultan ser más costosos con respecto al uso exclusivo de maíz-soya. Los resultados obtenidos en este estudio, concuerdan con lo planteado por dicho autor, debido a que como se puede observar, los mayores CAGP fueron de los tratamientos que contenían hidrolizados proteicos de pescado (suplementos altamente digestibles), hecho

explicado principalmente por el alto precio de estos insumos (US\$3,6/kg)³ encareciendo por ende, el precio por kilogramo de dieta; mientras que el grupo alimentado con la dieta control maíz-soya, como era de esperar tuvo el menor CAGP debido principalmente a que no presenta hidrolizado de pescado en su composición. Sin embargo, al relacionar este indicador con el beneficio económico (medido por MB), se observa que el alto CAGP de los tratamientos con hidrolizados de pescado no se reflejó en un menor MB en comparación con la dieta de maíz-soya, excepto en MX100® y Ep400+GM. Por el contrario, alguno de estos tratamientos obtuvieron los mayores beneficios económicos, incluso como se observa en los resultados, el tratamiento a base de Ep400+GT fue el más rentable, debido a que el costo de la dieta es compensado con el menor consumo de ésta. Resultados que se esperarían fueran similares al utilizar estos suplementos en dietas de una crianza comercial, debido a que si bien, aumenta el número de aves y por ende el consumo de las diferentes dietas, también aumenta los kilogramos de pollos vendidos (factor utilizado para el cálculo de este indicador), mientras que los costos de las dietas no deberían sufrir mayor variación porque su cálculo depende del precio por kilogramos de cada insumo.

Como se puede ver, si bien los hidrolizados ya fuera solos o asociados a fuentes de proteína vegetal no mostraron tener rendimientos productivos superiores a la dieta clásica, si mostraron al menos en el caso de Ep400+GT y SYG200® ser económicamente más rentables.

Finalmente cabe reflexionar si es posible que los resultados obtenidos en este estudio pudieran haber sido alterados por las diferencias encontradas en los valores analíticos (principalmente en la proteína cruda) de la dieta final, entre el AQP obtenido de las muestras enviadas al laboratorio y la composición calculada en la formulación de las dietas. A juicio de la autora de este estudio, estas diferencias no habrían influido en los resultados logrados, ya que los pollos

³ Precio por kilogramo (\$/kg) aportado por Profish S.A, para los hidrolizados de pescado utilizados en este estudio

recibieron dicha dieta en un breve período de tiempo de no más de 5 días, por lo que difícilmente la menor proteína aportada de acuerdo a los requerimientos del NRC (1994) pudo tener efecto sobre el peso o la eficiencia de conversión alimenticia, idea que está avalada por lo indicado por González, 2006; Cuervo *et al.*, 2002; Venturino, 2005, quienes señalan que en la etapa inicial del pollo se produce el mayor crecimiento, aumentando su peso vivo hasta en un 400% según González, 2006 y cerca de un 300% según Venturino, 2005; representando este período alrededor de un 17% del período total de crecimiento, por lo que el mayor impacto lo producirían las dietas de preinicio y las dietas iniciales más que las intermedias y finales.

7. CONCLUSIONES

A la luz de los resultados obtenidos se puede concluir que:

- Los resultados obtenidos por este estudio no mostraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre tratamientos para las diferentes variables, excepto para consumo de alimento ($p < 0,05$).
- La suplementación con SYG200® 2% (hidrolizados proteicos de pescado) y Ep400® (hidrolizados proteicos de pescado) 1,6% asociados a gluten trigo 1,8% (fuente de proteína vegetal), permiten obtener mejores Eficiencias Productivas.
- La suplementación de Ep400® 1,6% (hidrolizados proteicos de pescado) asociados a gluten trigo 1,8% (fuente de proteína vegetal) y la suplementación de SYG200® 2%, permiten maximizar la rentabilidad por kilogramo de carne en comparación a una dieta clásica a base de maíz-soya.
- Es necesario seguir realizando estudios experimentales de campo ya sea, de los hidrolizados utilizados en este estudio o de otros y en diferente nivel de inclusión, para evaluar su efecto al ser incorporados en dietas de preinicio, debido a la gran falencia de investigación científica con respecto a su uso y beneficios al ser suplementados en estas dietas para pollos broiler.

8. BIBLIOGRAFÍA

- **PROFISH.** 2007. Características y usos de Biocp® en aves. [en línea]
< <http://www.profish.cl/espanol/usos03.htm>>
[consulta: 30-03-2007]

- **AVIAGEN.** 2007. El pollo de engorde, las proteínas y las utilidades. [en línea]
<<http://www.aviagen.com/docs/Broilers%20Protein%20and%20Profit%20-%20Spanish.pdf>> [consulta: 14-07-2007]

- **ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC).** 2002.
Official Methods of Analysis. 17 Ed. Editado por Dr. William Horwitz. EEUU.

- **BEHNKE, K.C; BEYER, R.S.** 2007. Effect of feed processing on broiler performance.
[en línea]
<<http://www.veterinaria.uchile.cl/publicacion/VIIIpatologia/SEMINARIOS/semi2.pdf>>
[consulta: 11-11-2007]

- **BERCOVICI.** 1998. Requisitos de proteínas y aminoácidos para broiler. **In:** V Seminario internacional de patología y producción avícola. S.Cornejo y H. Hidalgo. Santiago, Chile.

- **BRITO, D; CASARIN, V.A; DELGADO, C.J; GARCÍA, E.M; FORAT, S.M.** 2007. Uso de un alimento de recepción: Cambios en el aparato de pollo de engorda durante la primera semana de vida. [en línea]
<http://www.engormix.com/s_searcher.asp>[consulta: 20-08-2007]

- **BOERJAN, M.** 2005. Maximizando la uniformidad y calidad de los pollitos.
[en línea] <<http://www.agriworld.nl/public/file/pdf/20060503-apcs23.6.pdf>>
[consulta: 17-11- 2007]

- **BARÓ, L.; JIMÉNEZ, J.; MARTÍNEZ-FÉREZ, A; BOUZA, J.J.** 2001.
Péptidos y proteínas de la leche con propiedades funcionales. *Ars Pharmaceutica* 42:135-145

- **BOZA, J.J.; Moënnos, D.; Vuichoud, J.; Jarret, A.R.; Gaudard-de-Weck, D.; Ballèvre, O.** 2000. Protein hydrolysate vs free amino acid-based diets on the nutritional recovery of the starved rat. *Eur J Nutr.* 39(6): 237-243
- **BRUGGINK, J.H.B.** 1993. Utilización de concentrados de proteína de soja en dietas de animales. In: IX Curso de Especialización FEDNA: "Avances en nutrición y alimentación animal". Barcelona, España. Fundación Española para el desarrollo de la nutrición animal. 175-196
- **CÉZARD, J.P.; TRAN T.A.; MACRY, J.; ZARRABIAN, S.; ROGER, L.; BRESSOLIER, P.; JULIEN, R.; MENDY, F.; KAHN, J.M.** 1994. Effects of two protein hydrolysates on growth, nitrogen balance and small intestine adaptation in growing rats. *Biol Neonate.* 65(1): 60-67
- **CUERVO, M.; GÓMEZ, C.; ROMERO, H.** 2002. Efecto de la utilización de un suplemento nutricional hidratado en pollos de engorda recién nacidos. *Rev. Col. Cs Pec.* 15: 319-328
- **DE LA MAZA, F.J.** 1987. Determinación de la eficiencia productiva en pollos broiler. Tesis Ing. Agr. Santiago, Chile. U. Chile, Fac. Cs. Agrarias y Forestales. 63p
- **DIBNER, J.; KNIGHT, C.D.; KITCHELL, M.L.; ATWELL, L.A.; DOWNS, A.C.; IVEY, F.J.** 1998. *Journal of Applied Poultry Research* (7): 425-436
- **DURAND, P.; LAGOIN, Y.** 1983. Valorisation des sous-produits de la pêche. *Bulletin. Institut Pêches Miritimes.* 330: 5-19
- **ESCOBAR, A. M.** 2001. Producción en reactores de membrana de hidrolizados enzimáticos de proteínas lácteas para nutrición enteral. Tesis Doctor en Ing. Química. Granada, España. U. Granada, Fac. de Cs., Depto Ingeniería Química. 245p.
- **FRANCECSH, M.** 1996. Bases de la utilización de complejos enzimáticos en avicultura. In: XII Curso de Especialización FEDNA: "Avances en nutrición y alimentación animal". Madrid, España. Fundación Española para el desarrollo de la nutrición animal. 117-131
- **FERKET, P.R. ; UNI, Z.** 2002. Early nutrition and enteric development. *Proceedings of the 23rd Western Nutrition Conference.* Animal Nutrition Association of Canada, Ottawa, Canadá. 139-149
- **GEYRA, A.; UNI, Z.; SKLAN, D.** 2001. Enterocyte dynamics and mucosal development in the posthatch chick. *Poult Sci.* 80 (6): 776-782

- **GONZÁLEZ, J.** 2006. Influencias de Algunas Características de Composición de Ingredientes Alimenticios en la Productividad del Broiler. [en línea] <<http://www.alpaca.veterinaria.uchile.cl/webfavet2007/publicacion/congresoxi/profesional/aves/3.doc>> [consulta: 2-05-2007]

- **ICOCHEA, E.** 2007. Evaluación del producto commercial hematofos B12, administrado vía oral en pollos de carne. [en línea]. <<http://www.agrovvetmarket.com/pdf/suplemento/hematofos%20oral/Hematofos%20Oral%20FMV.pdf>> [consulta: 21-10- 2007]

- **KATONGOLE, J. B.; MARCH, B.E.** 1980. Fat utilization in relation to intestinal fatty acid binding protein and bile salts in chicks of different ages and different genetic sources. *Poult Sci.* 59(4): 819-827

- **KEMP, C.; KENNY, M.** 2003. Feeding the modern broiler for more. *International Hatchery Practice.* 17(7): 11-13

- **KLASING, K.; ROURA, E.; KOREVER, D.** 1995. Interacción entre nutrición y sistema inmune. In: XI Curso de Especialización FEDNA: “Avances en nutrición y alimentación animal”. Barcelona, España. Fundación Española para el desarrollo de la nutrición animal. p156-168

- **KREHBIEL, C.R.; MATTHEWS, J.C.** 2003. Absorption of amino acids and peptides. In: D' Mello, J. P.F. *Amino Acids in Animal Nutrition.* 2ª Ed. Cabi Publishing. Londres, Reino Unido. p 41-70

- **LATRILLE, L; ABARZÚA, A., GOIC, L; MELLA, C.** 2000. Evaluación de un hidrolizado proteico de pescado en sustitutos lácteos. *Agro Sur* 28(1): 93-104

- **LEESON, S.** 2006. Temas de interés presentes y futuros en nutrición de aves. In: XXII Curso de Especialización FEDNA: “Avances en nutrición y alimentación animal”. Barcelona, España. Fundación Española para el desarrollo de la nutrición animal. p143-150

- **LEESON, S.; ZUBAIR, A.K.** 2001. La digestión en las aves I: Las proteínas y las grasas. [en línea]. <<http://www.novusint.com/Public/Library/TechPaper.asp?ID=100&selLocale=es-MX.>> [consulta: 17-08-2007].

- **LILJA, C.**1983. A comparative study of postnatal growth and organ development in some species of birds. *Grown* (47): 317-386

- **MANNINEN, A.** 2004. Protein Hydrolysates in sports and exercise: Brief Review. *Journal of Sports Sci and Medicine* (3): 60-63

- **MARTIN O.; MADRAZO, G.; RODRIGUES, A.** 2002. Evaluación de dietas de preinicio en el comportamiento productivo de pollos de engorde. *Rev. Cubana de Cs Avícolas.* 26: 151-158.

- **MARTINEZ, A.; MUÑOZ DE MARTINEZ, V.** 2006. Proteínas y péptidos en nutrición enteral. *Nutr. Hosp.* 21 (Supl. 2): 1-14

- **MATEOS, G.G; LAZARO, R.; GRACIA, M.I.** 2002. Modificaciones nutricionales y problemática digestiva en aves. **In:** XVIII Curso de Especialización FEDNA: "Avances en nutrición y alimentación animal". Madrid, España. Fundación Española para el desarrollo de la nutrición animal. p15-34

- **MAUCHER, K.** 2007. Evaluación de dos hidrolizados proteicos de pescados solos y mezclados con proteína vegetal de dos orígenes, sobre los rendimientos productivos y económicos de pollos broiler. Memoria Título Médico Veterinario. Santiago, Chile. U. Chile. Fac. Cs. Veterinarias y Pecuarias. 63p

- **MILLÁN, M.T.** 2005. Proyecto "Desarrollo de bio aviar, núcleo proteico para aves en períodos iniciales de crianza". Santiago, Chile. Profish S.A. 3 p.

- **MURAKAMI, H., AKIBA, Y.; HORIGUCHI, M.** 1992. Growth and utilization of nutrients in newly-hatched chicks with or without removal of residual yolk. *Growth, Development and Ageing.* (56): 75-84.

- **NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NRC.** 1994. Nutrient requirements of domestic animals. Nutrient requirements of poultry. 9 ed. National Academy of Sciences Press. Washington, Estados Unidos. p155

- **NITSAN, Z.; BEN-AVRAHAM, G.; ZOREF, Z.** 1991. Growth and development of the digestive organs and some enzymes in the broiler chicks after hatching. *Br Poult. Sci* (32): 505-523

- **NOY, Y.; SKLAN, D.** 1995. Digestion and absorption in the young chick. *Poult. Sci* 74 (2): 366-373.

- **NOY, Y.; SKLAN, D.**1997. Posthatch development in poultry. Journal of Applied Poultry Research (6): 344-354
- **NOY, Y.; SKLAN, D.** 1998. Yolk utilization in the newly hatched poult. Bri Poult Sci. 39 (3): 437-451
- **NOY, Y.; SKLAN, D.** 1999. Nutrición de aves en los primeros días de vida. **In:** XV Curso de Especialización FEDNA: "Avances en nutrición y alimentación animal". Madrid, España. Fundación Española para el desarrollo de la nutrición animal. p113-124
- **NOY, Y.; SKLAN, D.** 2001. Yolk and exogenous feed utilization in the posthatch chick. Poult Sci. 80 (10): 1490-1495
- **NOY, Y.; SKLAN, D.** 2002. Nutrient use in chicks during the first week posthatch. Poult Sci. 81(3): 391-399
- **ORTIZ, M.A; INGALLS, H.F; ALONSO, P.F; NUÑEZ, G.J.** 1997. Índice de productividad en pollo de engorda **In:** Tecnología avipecuaria en Latinoamérica. Publicaciones Midia Relaciones S.A. Año 10 (118): p3-4 (citado por Rebollar, M.S. 2002. Evaluación de indicadores productivos en pollos de engorda al incluir maíz y pasta de soya extraídos y malta de cebada. Tesis Maestría en Ciencias Pecuarias, U. de Colima. Colima, México., 134 p.)
- **PENZ, A.M.** 1998. Avances en la alimentación de monogástricos: aves. **In:** XIV Curso de Especialización FEDNA: "Avances en nutrición y alimentación animal". Madrid, España. Fundación Española para el desarrollo de la nutrición animal. p241-260
- **PIQUER, F; SELL, J.L; AL-BATSHAM, H.; MALLARINO, E.; SOTO-SALANOVA, M.; Angel, R.** 1991. Posthatching changes in the immunoglobulin A concentration in the jejunum and bile of turkeys. Poult Sci. 70(12): 2476-83.
- **POKNIAK, J.** 2000. Alimentos concentrados. Apunte docente. U. Chile, Fac. Cs. Veterinarias y Pecuarias, Depto. Fomento de la Producción Animal. pp. 1-13 (Serie Apuntes Docentes N°46)
- **REBOLLAR, M.S.** 2002. Evaluación de indicadores productivos en pollos de engorda al incluir maíz y pasta de soya extraídos y malta de cebada. Tesis Maestría Cs Pecuarias. Colima, México. U. Colima. 134 p.

- **ROSTAGNO, H.S.** 2005. Tablas brasileiras para aves y cerdos: Composición de alimentos y requerimientos nutricionales. **In:** II Simposio Internacional sobre exigencias nutricionales de aves e suínos. Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

- **SANTOMÁ, G.; PONTES, M.** 2004. Interacción nutrición–manejo en explotaciones para aves y porcinos. 1. Introducción y factores ambientales. **In:** XX Curso de Especialización FEDNA: “Avances en nutrición y alimentación animal”. Barcelona, España. Fundación Española para el desarrollo de la nutrición animal. p149-210

- **SANTOYO, F.** 2007. Effect of dietary 1,4 diaminobutane as a growth promotant and preventive agent for infection in broiler chickens. Tesis Doctoral. Ontario, Canadá. U. de Guelph.

- **SELL, J.L.** 1997. Últimos avances en nutrición de aves. **In:** XIII Curso de Especialización FEDNA: “Avances en nutrición y alimentación animal”. Madrid, España. Fundación Española para el desarrollo de la nutrición animal. p267-279.

- **SELL, J.; ANGEL, C.; PIQUER, F.; MALLARINO, E. y AL-BATSHAN, H.** 1991. Development patterns of selected characteristics of the gastrointestinal tract of young turkeys. *Poult Sci.* (70): 1200-1205.

- **SKLAN, D.; HURWITZ, S.** 1980. Protein digestion and absorption in young chicks and turkeys. *Journal of Nutrition* 110 (1): 139-144

- **SMITH, E.R; PESTI, G.M.** 1998. Influence of broiler strain cross and dietary protein on the performance of broiler. *Poult Sci.* 77(29): 276-281.

- **SUMMERS, M.** 1991. Energy metabolism in the broiler chick. **In:** Tesis doctoral, 1991. Guelph, Canadá. University of Guelph (citado por Mateos *et al.* 2002. Modificaciones nutricionales y problemática digestiva en aves. **In:** XVIII Curso de Especialización FEDNA: “Avances en nutrición y alimentación animal”. Madrid, España. Fundación Española para el desarrollo de la nutrición animal. p15-34

- **TURNER, K.A; APPLGATE, T.J; LILBURN, M.S.** 1999. Effects of feeding high carbohydrate or fat diets. 2. Apparent digestibility and apparent metabolizable energy of the posthatch poult. *Poult Sci.* 78(11): 1581-1587

- **UNI, Z.; NOY, Y.; SKLAN, D.** 1995. Posthatch changes in morphology and function of the small intestine in heavy and light-strain chicks. *Poult Sci.* (74): 1622-1629

- **URIBE, T. H.** 1980. Efecto del plano energético de la dieta de engorda y la edad del sacrificio sobre la absorción de humedad de carcasa de broiler durante el

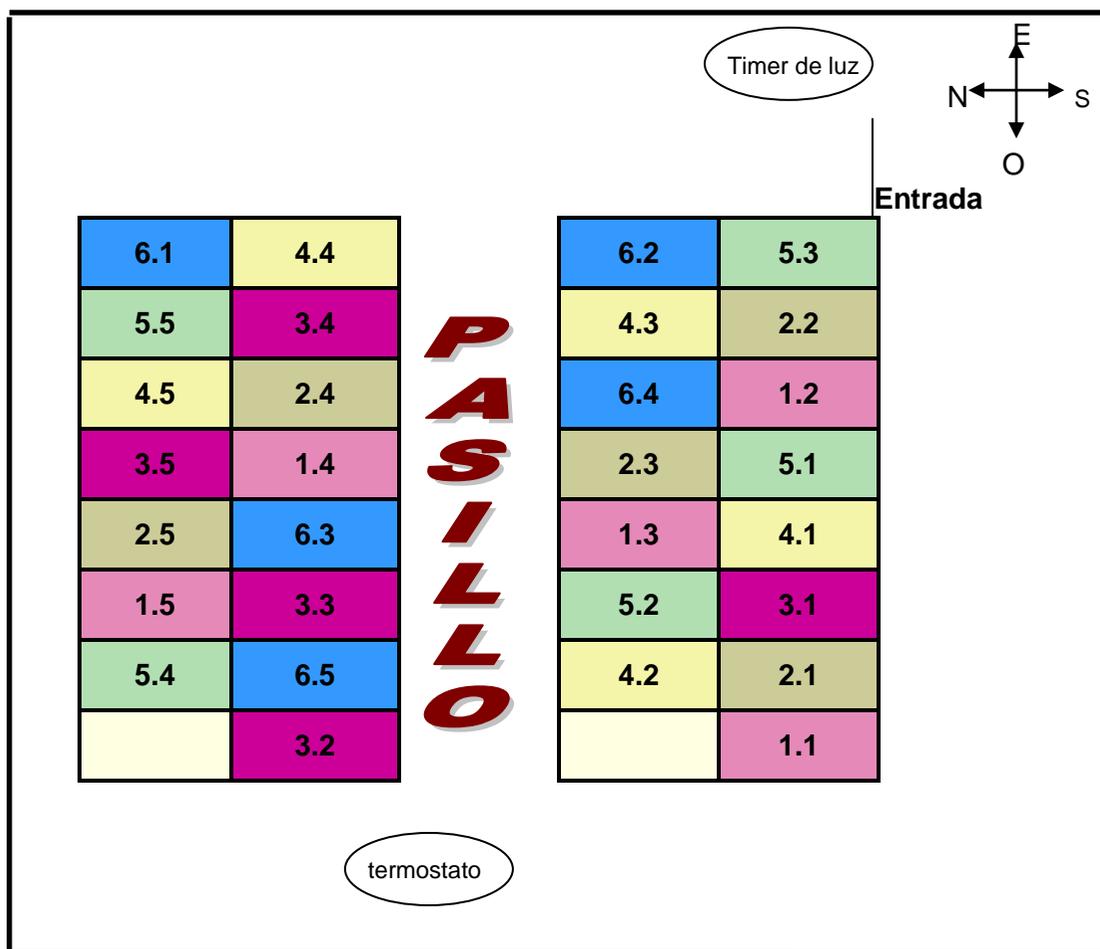
enfriado. Tesis Ing. Agr. Santiago, Chile. U Católica de Chile, Fac. Cs. Agronómicas. 51p

- **VENTURINO, J.** 2005. Manejo de Parrilleros en las Primeras Semanas de Vida. [en línea].<http://www.produccionbovina.com/produccion_avicola/33-manejo_parilleros.pdf> [consulta: 5-06-2007].

- **VIOQUE, J.; MILLÁN, F.** 2007. Los péptidos bioactivos en alimentación: nuevos agentes promotores de la salud. [en línea] <<http://www.ctnc.es:81/noticias/pdf/AGROCSIC/18.LOS%20PEPTIDOS.pdf>> [consulta: 14-07-2007]

9. ANEXOS

Anexo I. Distribución del galpón experimental, donde se ubicaron pollos broiler alimentados con hidrolizados de pescado solos o mezclados con proteína vegetal⁴



⁴ Designación de los diferentes tratamientos dentro del galpón se determinó previamente, donde primer dígito indica tratamiento, segundo dígito la repetición. Distribución de los pollos aleatoria.

Anexo 2. Análisis Químico Proximal de los suplementos a utilizar en las dietas de preinicio⁵

Análisis(%)	Hidrolizado EP- 400	Gluten de Trigo (GT-1704)	Gluten de Maíz (GM-000)	Hidrolizado MX-100	Hidrolizado SYG-200
Proteína	70,0	78,8	60,3	72,9	71,9
Ceniza	6,6	0,8	2,4	5,14	7,74
Grasa	16,3	1,6	2,6	10,9	13,04
Humedad	4,8	7,7	11,8	5,29	5,76
Fósforo	0,74	0,16	0,51	0,54	0,59
Calcio (*)	2799,8	358,4	755	2229,05	2239,84
Sal	1,7	1,7	<0,1	1,27	3,89
Na	1,9			1,41	3,98

(*) Calcio expresado en partes por millón (ppm).

Anexo 3. Perfil Aminoacídico de los suplementos (aminoácidos se encuentran expresados como g/100 g de PC)

Aminoácidos(%)	EP- 400	GT-1704	GM-000	MX-100	SYG-200
Ac. Aspártico	10,57	3,39	3,6	7,59	8,26
Serina	3,88	5,53	3,1	4,33	3,03
Ac. Glutámico	13,2	41,13	13,8	22,87	32,1
Glicina	7,14	3,72	1,6	5,64	5,58
Histidina	4,12	2,16	1,	3,26	3,22
Arginina	6,28	3,16	1,9	4,92	4,91
Threonina	4,61	2,63	2,0	3,72	3,6
Alanita	6,57	2,68	5,2	4,92	5,14
Prolina	4,86	13,89	5,5	7,93	3,8
Tirosina	3,15	3,54	2,9	3,17	2,46
Valina	5,19	4,13	2,7	4,61	4,06
Lisina	7,61	1,62	1,0	5,17	5,95
Isoleucina	4,35	3,94	2,3	4,04	3,4
Leucina	7,21	7,47	10,1	7,03	5,64
Fenilalanina	4,1	5,56	3,8	4,47	3,2
Cisterna	0,84	2,1	1,1	1,41	0,66
Metionina	2,43	1,55	1,9	2,02	1,9
Triptofano	0,88	1,50	0,3	1,07	0,69

⁵ Información aportada por Profish S.A

