



UNIVERSIDAD DE CHILE



FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS

“EFECTO DE HIDROLIZADOS PROTEICOS DE PESCADO,
SOLOS Y MEZCLADOS CON PROTEÍNA VEGETAL, SOBRE
CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL EN POLLOS BROILER
MACHOS”.

LEONARDO ANDRÉS PORTIUS ARAVENA

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

PROFESOR GUÍA: Dr. Alejandro López V.

SANTIAGO – CHILE

2009



UNIVERSIDAD DE CHILE



FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS

**“EFECTO DE HIDROLIZADOS PROTEICOS DE PESCADO,
SOLOS Y MEZCLADOS CON PROTEÍNA VEGETAL, SOBRE
CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL EN POLLOS BROILER
MACHOS”.**

LEONARDO ANDRÉS PORTIUS ARAVENA

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

NOTA FINAL:

	NOTA	FIRMA
PROFESOR GUÍA : DR. ALEJANDRO LOPEZ VILLANUEVA
PROFESOR CONSEJERO: DR. SERGIO CORNEJO VALDIVIESO
PROFESOR CONSEJERO: DR. JUAN LUENGO LUENGO

SANTIAGO, CHILE

2009

Esta memoria fue realizada en la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile, bajo la dirección del Dr. Alejandro López Villanueva.

Este estudio fue financiado por el Proyecto INNOVA (CORFO empresa) N°204-4285 (2006).

INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1.- Generalidades.....	3
2.1.1.- El Mercado Avícola.....	3
2.1.1.1.- Internacional.....	3
2.1.1.2.- Nacional.....	4
2.1.2.- Características del Pollo de Carne.....	6
2.1.3.- Factores Condicionantes de la Respuesta Productiva.....	8
2.2.- Crecimiento y Desarrollo del Pollo Broiler.....	12
2.2.1.- Crecimiento del Pollo Recién Nacido.....	12
2.2.2.- Desarrollo del Tracto Gastrointestinal y Órganos Anexos....	14
2.2.3.- Desarrollo De Vellosidades Intestinales.....	17
2.2.4.- Desarrollo de Capacidad Enzimática Digestiva.....	19
2.2.5.- Desarrollo Intestinal e Inmunidad.....	22
2.3.- Nutrición del Pollo Broiler.....	23
2.3.1.- Nutrición Embrionaria y su Relación con el Desarrollo Digestivo.....	23
2.3.2.- Nutrición Post-Nacimiento y su Relación con el Desarrollo Digestivo.....	26
2.4.- Componentes Proteicos de las Dietas.....	29
2.4.1.- Harina de Pescado como Fuente Proteica en Dietas de Pollos Broiler.....	29
2.4.2.- Hidrolizados Proteicos Utilizados en las Dietas de Pollos Broiler.....	31
2.4.3.- Proceso Industrial de Hidrólisis.....	35
2.4.4.- Características de los Hidrolizados Proteicos Pescado.....	37
2.4.5.- Péptidos Bioactivos.....	40

3.- HIPÓTESIS.....	44
4.- OBJETIVOS.....	45
5.- MATERIALES Y MÉTODOS.....	46
5.1.- Medición de Características de la Canal.....	48
5.2.- Evaluación del Crecimiento de Músculos Pectorales, Gastrocnemio+Peroneus Largus y de Grasa Abdominal.....	48
5.3.- Análisis de las Dietas.....	50
5.4.- Análisis Estadístico.....	50
6.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	52
6.1.- Peso Vivo Día 1.....	52
6.2.- Mortalidad.....	53
6.3.- Mediciones de la Canal al Día 41.....	54
6.4.- Evaluación del Crecimiento Muscular y Acumulación de Grasa al Día 14.....	57
6.5.- Análisis de las Dietas.....	63
6.6.- Análisis Final y Global de los Resultados Obtenidos.....	64
7.- CONCLUSIÓN.....	65
8.- BIBLIOGRAFÍA.....	67

RESUMEN

En el presente estudio se evaluó el efecto de la inclusión de tres hidrolizados proteicos de pescado, solos y mezclados con dos fuentes de proteína vegetal de dos orígenes distintos, en las dietas de preinicio de pollos broiler machos sobre los rendimientos de la canal y desarrollo de canal del pollo. Para ello, se utilizaron 630 pollos broiler machos (Ross 308) de un día de edad a los que se les ofreció sólo durante el período de preinicio (1-14 días), cinco dietas distintas, tres que contenían solo hidrolizados proteicos de pescado solos, Mx-100® o Ep400® al 1,6% de inclusión o SYG-200® al 2%, y dos dietas en las que se utilizó el hidrolizado de pescado Ep400® al 1,6%, más 1,8% de proteína vegetal (Gluten de Maíz o Gluten de Trigo).

Adicionalmente, se utilizó una dieta en base a maíz soya como dieta control. El resto de las dietas usadas para los períodos de inicio, crecimiento, final fueron las mismas para los distintos tratamientos y se ajustaron a los requerimientos de la línea genética y el NCR (1994). Solo se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) para el peso vivo promedio al día 14, manifestándose el efecto tratamiento en el mayor peso alcanzado con Ep400®, que superó significativamente ($p \leq 0,05$) a Ep400®+ Gluten de Trigo y SYG-200®. No hubo diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) para el

resto de las variables de rendimientos de canal y desarrollo muscular al día 14, ni al final del ciclo productivo. La mortalidad tanto de los primeros períodos, como para la totalidad del estudio se consideró dentro de los rangos esperables para los estándares de la línea genética utilizada y de un manejo productivo comercial. Sin embargo, en relación a los pesos de los distintos componentes de la canal, como sus rendimientos porcentuales, ellos fueron numéricamente mejores en los tratamientos Ep400® al 1,6% y Control Maíz- Soya en comparación con los demás tratamientos.

Palabra Clave: Pollos broiler, hidrolizados proteicos de pescado, proteína vegetal, dieta de preinicio, rendimientos productivos.

ABSTRACT

The current study evaluated the effect of the inclusion of three hydrolyzed fish proteins, alone and mixed with two different sources of vegetable proteins, in diets of male broiler chickens on the carcass performance and the development of the carcass of the chicken. To achieve this, 630 one day old male broiler chickens (Ross 308) were fed during the prestarter period (1-14 days) 5 different diets, three containing solely hydrolyzed fish proteins, Mx-100® or Ep400® at 1,6% of inclusion or SYG-200® at 2%, and two diets with the hydrolyzed fish protein Ep400® at 1,6%, plus 1,8% vegetable proteins (Corn Gluten or Wheat Gluten).

Additionally, control diets were based on corn and soy. The rest of the diets used during the periods of starter, growth and final were the same for the different treatments, and were adequate for the requirements of the genetic line and the NCR (1994). Statistically significant differences ($p \leq 0,05$) were obtained only for average live weight at day 14, manifesting the effect of the treatment in the heavier weight reached with Ep400®, which significantly exceeded ($p \leq 0,05$) Ep400®+ wheat Gluten and SYG-200®. No statistically significant differences ($p > 0,05$) were obtained for the other variables of carcass yields and muscular development at day 14, nor at the end of the productive cycle. The mortality for

both the first periods and the whole study were considered to be within what is expected for the standards of the genetic line used and the management of a commercial production. In general, in relation to the weights of the different components of the carcass and their yield performance, the Ep400® at 1,6% and the Control Corn-Soya diets were numerically better in comparison to the other treatments.

Key words: Broiler Chickens, Hydrolized fish proteins, vegetable proteins, prestarter diet, productive yields.

1.- INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, la necesidad de granos para alimentación animal es cada vez mayor. La incesante erosión, las condiciones climáticas atípicas, el incremento poblacional y la situación energética futura que podría demandar el reemplazo parcial del petróleo por etanol y biodiesel, a base de hidratos de carbono fermentables, llevarán a que los insumos utilizados en alimentación avícola, sean cada vez más escasos y costosos.

La carne de pollo es la primera fuente proteica de origen animal consumida en el país. Esto se debe a su asociación por parte del consumidor con una dieta más sana y económica. La genética ha permitido una mejora en el potencial de desarrollo, acorte del periodo productivo, mayor resistencia a enfermedades así como mayores pesos finales.

La alimentación juega un papel trascendental en la crianza del broiler. De los costos variables de la producción de carne de pollo broiler, la alimentación representa más del 70% del total. Es por esto que cualquier avance que permita el uso más eficiente de los alimentos, asegura una adecuada rentabilidad del mercado avícola.

Los hidrolizados proteicos son producto de reacciones enzimáticas controladas, esto permiten obtener fragmentos proteicos de bajo peso molecular y alta digestibilidad.

El uso de proteína hidrolizada, desde las primeras horas de vida del pollo, permitiría desarrollar en mejor forma los distintos sistemas orgánicos, en particular el sistema digestivo, lo que se podría proyectar en mayores pesos al final del proceso de crianza del pollo.

2.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICAGG

2.1.- Generalidades

2.1.1.- El Mercado Avícola

2.1.1.1.- Internacional

El mercado mundial de la carne ha estado marcado por diferentes aspectos negativos, como son la aparición de enfermedades y un encarecimiento general de los insumos alimenticios, entre otros. Esto mantuvo una situación de inestabilidad de los mercados internacionales de la carne de ave, produciendo un aumento de los precios a nivel internacional (Odepa, 2005).

La demanda de carne en los países en desarrollo adquiere una creciente importancia en los mercados internacionales, apoyada por el aumento de la población, sus ingresos y fortalecida por tendencias demográficas que incluyen urbanización y cambios en los hábitos y dietas alimenticias hacia mayores contenidos de proteína (Odepa, 2005).

Así, de mantenerse las tendencias de crecimiento económico en el mediano plazo para los países en desarrollo, las proyecciones son, en general, optimistas para el sector del mercado de la carne de ave (Odepa, 2007)

La producción mundial de carne de ave (broiler) ha crecido a una tasa media de 3% anual durante los últimos cuatro años. La producción mundial de

carne de pollo durante el año 2006 fue cercana a los 60,1 millones de toneladas, mientras que durante el año 2007, experimentó un aumento cercano al 1,8%. Las importaciones, a su vez crecieron sobre el 3%, alcanzando alrededor de 5,3 millones de toneladas (Odepa, 2007).

2.1.1.2.- Nacional

Respecto a la producción nacional de carne de ave, ha tenido un gran crecimiento en la última década, con aumentos promedio de 5% anual (Apa, 2008). Cabe destacar que el sector ha crecido un 40% entre los años 2000 y 2006 (Odepa, 2007).

El consumo aparente de carne a nivel nacional en el año 2006, aumento un 5% con respecto al año 2005, llegando a 79,3 kg de carne per cápita. El consumo de carne de ave bordeó los 31,7 kg. por persona en el año 2007, siendo la principal fuente de proteína animal consumida en el mercado nacional. (Odepa, 2005; Apa, 2008).

El alto precio alcanzado por la carne bovina, fue un factor determinante en la disminución de su consumo, lo que fue capitalizado por las carnes blancas, aumentando su consumo a nivel nacional (Odepa, 2007).

Por otra parte, la industria ha efectuado grandes inversiones, modernizando tanto los sistemas productivos como agroindustriales,

introduciendo tecnología y proporcionado alrededor de 20.000 empleos al país (Odepa, 2007).

En Chile, el año 2005 por sexto año consecutivo, hubo un récord en la producción de carnes, que alcanzó un volumen cercano a un millón doscientas mil toneladas, cifra un 5,2% superior a la del año anterior. El beneficio total de aves (broilers, gallinas, pavos y otras) en Chile, aumentó en 6,9% en el año 2006, con respecto al año anterior. En particular el beneficio de broilers creció 7,3%, alcanzando el 95% de un total 232 millones de aves beneficiadas en el país.

El precio real promedio del pollo broiler a nivel nacional durante el año 2006 fue de un 5,9% más bajo que el registrado el año 2005, esto se explica por el crecimiento eficiente de la producción nacional y el aumento de las importaciones, principalmente desde Argentina (Odepa, 2007). No obstante, la rentabilidad de la producción continúa siendo positiva, esto debido a la relación del precio de la carne de aves con el de su principal insumo, el maíz.

Las exportaciones de carne de ave durante el 2006 alcanzaron 74.626 toneladas lo que significó un aumento de 6,9% con respecto al año anterior, mientras que el año 2007 alcanzaron las 80.000 toneladas. Los principales destinos son México, acaparando cerca del 31% del total exportado, seguido por Reino Unido y China (Odepa, 2007; Apa, 2008).

Dentro de los últimos años, el rubro avícola ha experimentado importantes avances. La selección genética, en conjunto con la alimentación, han

permitido disminuir los tiempos de crianza alcanzando los mismos pesos de mercado (Venturino, 2006). De ésta forma se ha conseguido obtener una sólida competitividad frente a otras carnes, además de una mejora en la rentabilidad del rubro avícola (González, 2000).

A finales de los años 80 se produjeron importantes avances en los aspectos tecnológicos y productivos del mercado avícola nacional. Esto generó que el año 1998, la carne de ave alcanzara el primer lugar en el consumo de carne a nivel nacional, lo que se ha mantenido hasta hoy. Al año 2005 el consumo de carne de pollo broiler asciende a 457 mil toneladas con un 83% del consumo total de carne de ave (Odepa, 2006).

2.1.2.- Características del Pollo de Carne

Los broiler son las aves que participan de la mayoría del mercado de la carne. La denominación inglesa, broiler, que significa “pollo asado” se ha adoptado en todo el mundo como sinónimo del pollo de carne tradicional (Prodanim, 2006).

En las aves se habla de líneas genéticas más que de razas, debido a que éstas son híbridas y el nombre corresponde al de la empresa que la produce. La obtención de las líneas broiler están basadas en el cruzamiento de razas diferentes, utilizando normalmente las razas White Plymouth Rock o New

Hampshire en las líneas madres y la raza White Cornish en las líneas de padres.

La línea padre adopta las características de conformación típicas de un animal de carne: tórax ancho y profundo, patas separadas, buen rendimiento de canal, alta velocidad de crecimiento, etc. En las línea madres se concentran las características reproductivas de fertilidad y producción de huevos (Prodanim, 2006).

El broiler es un híbrido seleccionado para ganar peso en un corto período de tiempo y con una alta eficiencia de conversión de alimento (Sturkie, 1967).

El potencial del pollo moderno está continuamente avanzando, gracias a la selección de las aves de mejor rendimiento para la cría de futuras generaciones.

El objetivo principal de esta selección genética es aumentar la rentabilidad mejorando una gran cantidad de características de producción que darán como resultado un éxito cada vez mayor en reproductoras y broiler (Profish, 2007b). Siendo las características genéticas deseadas a la hora de seleccionar pollos, el incremento del peso por edad, el índice corporal y el rendimiento de pechuga, ya que estas son las que producen mayor beneficio en la producción, de forma simultanea, el programa de cría asegura que estos avances en productividad coincidan con las de viabilidad y fortaleza de patas (Kemp y Kenny, 2003a). Además se ha conseguido que la tasa de ganancia de peso de los broiler haya aumentado sustancialmente durante las últimas décadas, lográndose con esto una permanente disminución de la edad de faena para obtener los mismos pesos. Es

así como, en la década de los 60 eran necesarios alrededor de 12 semanas (84 días) para que un pollo de carne alcanzara un peso de 2,2 kilogramos, mientras que hoy, este período se reduce a sólo 6 semanas (42 días), acompañado de una alta eficiencia de conversión de alimento (Havenstein *et al.*, 1994, citado por Behnke y Beyer, 2000).

El mejoramiento del pollo broiler actual se debe en parte también al progreso en la nutrición y alimentación, que ha hecho posible que se aproveche mejor los avances genéticos (Behnke y Beyer, 2000).

2.1.3.- Factores Condicionantes de la Respuesta Productiva

Considerando que el ciclo de vida de los pollos broiler en los sistemas productivos es corto, cuando los cambios del periodo post nacimiento no son correctamente manejados pueden ser responsables de pérdidas significativas para la cadena productiva. Algunos factores en interacción como la edad de reproductores, peso corporal post nacimiento, nutrientes de la dieta, calidad del agua, manejo, temperatura ambiental y humedad, pueden proveer condiciones para una adecuada homeostasis y un buen desarrollo del ave (Maiorka *et al.*, 2006).

Las aves son homeotérmicas, su temperatura corporal está dentro de un estrecho límite, a pesar de las grandes variaciones de su actividad física y

temperatura medioambiental (Maiorka *et al.*, 2006). Sin embargo, los recién nacidos no poseen una gran cantidad de tejido adiposo marrón, además gran parte de su musculatura está formada por fibras blancas (pechuga), lo que los inhabilita para producir calor por temblor. Esta situación les genera una gran dependencia de una fuente externa de calor para mantener su temperatura corporal (Venturino, 2006). Lo anterior, permite concluir que las mayores exigencias de temperatura ocurren durante las primeras semanas de vida (Venturino, 2006).

Variaciones térmicas excesivas, pueden afectar el buen desarrollo del pollito, por ejemplo, altas temperaturas pueden inducir hipertermia y deshidratación. Mientras que bajas temperaturas, pueden conducir a hipotermia responsable del síndrome de hipertensión pulmonar, además se produce una reducción de la ingesta de alimento, debido a que los pollitos se aglomeran disminuyendo los viajes al comedero, lo que repercute en la producción de calor por digestión de alimentos y en el desarrollo normal del pollito (Maiorka *et al.*, 2006).

Las zonas de confort térmico pueden ser definidas, como un rango de temperatura medioambiental, en donde el estado homeotérmico es mantenido con un mínimo de costo energético. Por lo tanto, en un zona termoneutral, la proporción de energía usada para la termogénesis es mínima y la energía neta destinada para la producción es máxima (Maiorka *et al.*, 2006). Las zonas de

confort térmico de pollos durante la primera semana de vida, varía entre 33°C y 35°C. Variaciones sobre o bajo estos límites, podrían afectar el desarrollo hasta la edad de sacrificio (Maiorka *et al.*, 2006).

La transición del período embrionario al período post-nacimiento, es un estado crítico en el desarrollo de las aves. Algunas prácticas normalmente adoptadas en los primeros días después del nacimiento, pueden afectar de manera importante el desarrollo normal de las aves. Aunque anatómicamente completos al final del período de incubación, los sistemas y órganos respectivos de los pollitos, sufren considerables cambios morfofisiológicos después del nacimiento (Maiorka *et al.*, 2006).

Los pollitos tienen que desarrollar rápidamente un apetito saludable y buenos hábitos de alimentación para acrecentar así al máximo su crecimiento. Con este fin, es de vital importancia que los pollitos de un día, tengan libre acceso al agua y al alimento para activar al máximo su potencial genético durante el crecimiento inicial (Rushby, 2003). Esto permite un aumento en el peso relativo del intestino, mayor longitud de las vellosidades, además de aumentar el diámetro intestinal, todos estos factores mejoran la utilización de los nutrientes (González, 2000), provocando un impacto importante en la síntesis proteica, (masa muscular) (Swatson *et al.*, 2002). Otro factor a considerar, es que a medida que aumentan los rendimientos productivos de las aves, sus necesidades nutritivas también suben (Noy y Sklan, 2003).

Como requerimiento nutritivo óptimo, se entiende como el mínimo nivel de nutrientes requerido para una productividad máxima a una edad específica (Noy y Sklan, 2003).

La alimentación con dietas altas en proteína cruda y tasas balanceadas de aminoácidos esenciales durante la primera semana de vida, puede mejorar de forma considerable la productividad, logrando una ventaja en el crecimiento que tiende a mantenerse hasta el sacrificio (Noy y Sklan, 2003). Alimentar con altos niveles de proteína cruda, puede llevar a un aumento del crecimiento inmediatamente después del nacimiento (Noy y Sklan, 2003).

La producción avícola, usa generalmente dietas en forma peletizada, de esta forma se obtienen menor desperdicio, menor selección de alimento, menores pérdidas de elementos menores, mejor manejo del alimento, entre otros. (Sturkie, 1967).

Las dietas para aves, se caracterizan por ser de alta densidad energética, alta densidad proteica y bajo contenido de fibra, esto determinado por los distintos componentes como son, granos de cereal, subproductos de oleaginosas y productos proteicos de origen animal (Sturkie, 1967).

El manejo eficiente de la alimentación, está determinado por una maximización del margen por sobre el costo de alimentación (Kemp y Kenny, 2003b).

2.2.- Crecimiento y Desarrollo del Pollo Broiler

2.2.1.- Crecimiento del Pollo Recién Nacido

Tras la eclosión del huevo, los pollitos no están preparados para afrontar el entorno que les rodea. Durante el desarrollo embrionario, el huevo les proporciona los nutrientes que necesitan y, tras la eclosión, el resto de la yema remanente del huevo se internaliza en la cavidad abdominal, proporcionando un pequeño aporte de nutrientes. Post eclosión, las aves deben adaptarse a una suplementación externa de nutrientes después de su dependencia del saco vitelino (S.V.) (Sell, 1997; González, 2000).

Tras el nacimiento los pollitos deben afrontar el estrés producido por el cambio de alimentación. Una nutrición óptima durante la primera semana, mejora de forma considerable la utilización de los nutrientes del S.V., además de aumentar la habilidad para utilizar las fuentes externas de nutrientes (Noy y Sklan, 2003).

Del patrón de crecimiento obtenido en este período crítico, depende en parte la expresión del potencial genético en las aves adultas.

La fisiología y anatomía de los pollos durante las primeras semanas, después del nacimiento difiere en forma importante de la de los pollos de más edad (Profish, 2007a). En los primeros siete días de edad el pollo aumenta su

peso vivo en un 400%, consume aproximadamente 150 g. a 180 g. de alimento y este período representa un 17% del periodo total de crecimiento (González, 2000).

Los requerimientos nutricionales de los pollos broiler han cambiado considerablemente a medida que aumentan las exigencias productivas (Noy y Sklan, 2003). La composición nutricional de la dieta, es de vital importancia en las primeras etapas de la vida del pollito (Sell, 1997).

En el último tiempo se ha hecho una práctica común en la industria utilizar una dieta de preinicio (dieta para los primeros 10-14 días post eclosión), compatibilizando de esta forma las limitaciones fisiológicas en el aprovechamiento de los nutrientes (González, 2000).

El acceso rápido a los nutrientes mejora el crecimiento y la productividad (Noy y Sklan, 1999).

Un ejemplo que refleja de forma práctica, la importancia de un manejo eficiente que evite el ayuno desde las primeras horas de vida, es lo relacionado al manejo de las incubadoras y su pronta reubicación en las granjas de crianza. En condiciones comerciales, los pollitos se sacan de la incubadora cuando la mayoría de ellos han eclosionado. Por ello, aquellos que nacieron primero, pueden permanecer en ayunas por más de 36 horas, esto se ve agravado por la reubicación en las granjas de crianza, además de distintas operaciones de manejo, como son, tratamientos posteriores al nacimiento, vacunación, sexado, entre

otros (Maiorka *et al.*, 2006). Un efecto del ayuno en los pollitos, es la disminución de los fluidos corporales, lo que causa deshidratación y retardo en el crecimiento (Maiorka *et al.*, 2003). A modo de ejemplo, los pollitos a las 18hrs de nacidos, pueden perder aproximadamente 0,20% de su peso por cada hora que transcurre; hasta que tienen acceso al agua y alimento (Venturino, 2006). Bajo estas circunstancias, la capacidad del pollito para digerir el alimento y hacer frente al estrés del manejo y al estrés ambiental es limitada (Mateos *et al.*, 2002).

El periodo inmediato a la eclosión de los pollitos, es crítico para su correcto desarrollo futuro (Geyra *et al.*, 2001).

El ayuno prolongado en pollitos recién nacidos, provoca una disminución en el crecimiento durante el post nacimiento, bajos pesos corporales y una menor proporción de músculos pectorales (Geyra *et al.*, 2001).

2.2.2.- Desarrollo del Tracto Gastrointestinal y Órganos Anexos

En los pollos broiler, la síntesis de proteína, es un proceso que requiere de una gran cantidad de energía, la cual depende de varios aspectos relacionados con el ave, dentro de los cuales destaca el desarrollo del tracto gastrointestinal (TGI) (Swatson *et al.*, 2002).

El período embrionario final y los primeros días de vida, son esenciales para un desarrollo óptimo del sistema digestivo (Maiorka *et al.*, 2004; Maiorka, *et*

al., 2006), debido a que ocurren cambios dramáticos en el tamaño y morfología del intestino (Noy y Sklan, 1998). Al nacimiento, el sistema digestivo del pollo es anatómicamente completo, pero su capacidad funcional es inmadura al compararlo con las aves adultas. A medida que aumenta la edad del ave su capacidad digestiva va en aumento (Maiorka *et al.*, 2006).

Los nutrientes son suministrados en una primera instancia por el huevo y posterior al nacimiento lo son por la alimentación externa. Al ocurrir este cambio de dieta, necesariamente debe existir un periodo de adaptación del tracto gastrointestinal del ave (Maiorka, *et al.*, 2004). En este proceso adaptativo, el intestino sufre de hiperplasia, y diferenciación celular (Maiorka *et al.*, 2006), involucrando con esto, un aumento de su largo, altura de las vellosidades, además de una mayor densidad debido al incremento en el número de enterocitos, células globosas y enteroendocrinas (Maiorka, *et al.*, 2003). El desarrollo del intestino delgado presenta un rápido incremento al compararlo con el desarrollo corporal, y alcanza su máximo nivel entre el cuarto y octavo día de nacido (Maiorka *et al.*, 2006).

El TGI procesa los alimentos, determinando de esta forma la disponibilidad de nutrientes para los demás órganos del pollo, como también para renovarse así mismo (Swatson *et al.*, 2002). Tanto el desarrollo de la mucosa, como de la secreción de enzimas digestivas determina de forma

importante, el consumo de alimento y por ende el crecimiento posterior del animal (Nitsan *et al.*, 1991; Iji, *et al.* 2001).

Inmediatamente después del nacimiento, gran cantidad de energía y proteínas son usadas para el crecimiento intestinal, este desarrollo preferencial ocurre independiente de la presencia de alimento (Maiorka *et al.*, 2006). Cuando estos nutrientes no son aportados por la dieta, los pollitos los extraen del saco vitelino, sin embargo, el 20% de la proteína residual del saco vitelino consiste en inmunoglobulinas maternas y los lípidos existentes son básicamente triglicéridos, fosfolípidos y colesterol. El uso de estos componentes para propósitos nutricionales, podría dejar al pollo sin protección inmunológica (anticuerpos) (Maiorka *et al.*, 2006). Por otra parte una escasez de nutrientes, pueden retrasar el desarrollo completo del tracto gastrointestinal (Maiorka *et al.*, 2006). Una práctica común en el manejo productivo, es retrasar el acceso de los pollitos recién nacidos al agua y alimento, esto supone una mayor mortalidad y un menor rendimiento productivo (Sell, 1997). Aves que no son alimentadas por más de 24 hrs. durante la entrega a las granjas de crianza, muestran pérdidas en el peso corporal, eficiencia alimenticia y características de la carcasa (Maucher, 2007). La pérdida de peso en pollos recién nacidos que ayunan por 24 a 48 hrs. pueden ser equivalentes a un aumento en el periodo de engorda de 1 a 2 días para alcanzar el peso de mercado (Nir y Levanon, 1993).

Por el contrario, el consumo de alimento y agua rápido y precoz, estimula el crecimiento y la capacidad de absorción de las paredes digestivas mejorando la integridad y desarrollo posterior del TGI (Mateos *et al.*, 2002). Con esto se permite el aumento en el peso relativo del intestino, de la longitud de las vellosidades y en el diámetro intestinal, factores que mejoran la utilización de los nutrientes (González, 2000).

2.2.3.- Desarrollo de Vellosidades Intestinales

El TGI constituye la primera barrera para la digestión de los nutrientes. La actividad metabólica de la mucosa intestinal puede tener un gran impacto en el abastecimiento de nutrientes para animal (Iji, *et al.* 2001).

Durante el período embrionario y post eclosión, el TGI experimenta cambios morfológicos y fisiológicos importantes (Maiorka, *et al.*, 2003).

Cinco días antes de la eclosión, las vellosidades intestinales comienzan poco a poco a alargarse, alcanzando su máximo desarrollo a los seis días de edad en el duodeno y a los diez días en yeyuno e íleo. De forma paralela, aumenta el área de superficie intestinal y el número de enterocitos (Sklan, 2000), además de ocurrir una acelerada proliferación e hipertrofia celular. La mayor tasa de proliferación celular, ocurre a los 7 días de vida, mientras que la migración celular se alcanza a los 14 días de edad (Iji, *et al.* 2001). Posterior a la eclosión, el pollo

presenta una mucosa del intestino delgado en desarrollo y parcialmente inmadura (Geyra, *et. al*, 2001).

El volumen de vellosidades intestinales alcanza su máximo entre los diez y quince días después de la eclosión (Noy y Sklan, 1998).

Para un correcto desarrollo de la mucosa intestinal, el consumo de alimento es esencial, por el contrario la falta de éste retrasa el crecimiento normal de la mucosa intestinal (Sklan, 2000).

La presencia de nutrientes en el lumen intestinal es capaz de estimular el crecimiento de criptas y vellosidades (Maiorka, *et al.*, 2003). Al alimentar a los pollitos de forma precoz, se estimula el crecimiento del intestino, aumentando su capacidad absorbente, además de incrementar el número de enterocitos. Se ha demostrado que mientras antes tengan acceso al alimento los pollos, mayor será su ganancia de peso tanto a los 7 días como a la edad de sacrificio (Noy y Sklan, 1998). Lo anterior se debe, a que un acceso temprano al alimento permite un mejor crecimiento del intestino, una mayor longitud de las vellosidades y aumento en el diámetro intestinal. (González, 2000).

2.2.4.- Desarrollo de Capacidad Enzimática Digestiva

La transición desde una alimentación dependiente de la yema en el embrión a una alimentación independiente después del nacimiento, va acompañada de un cambio en la actividad de las enzimas pancreáticas (González, 2000).

Los cambios adaptativos están relacionados con el incremento de las enzimas digestivas y pancreáticas, así como en los transportadores de membrana (Maiorka, *et al.*, 2003).

En pollos recién nacidos, las enzimas secretadas por el páncreas, se incrementan a medida que aumenta la edad del animal, (Austic, 1985).

La digestión y absorción de nutrientes depende en parte de la actividad enzimática del páncreas, órgano que es funcionalmente inmaduro en los primeros días de vida. (Mateos *et al.*, 2002). Los pollos nacen con una baja reserva de enzimas pancreáticas, además durante el crecimiento temprano, existe una limitada síntesis de enzimas digestivas, esto permite concluir que los niveles de actividad enzimática disminuyen rápidamente debido a que su utilización para la digestión inicial es mayor que la producción misma (Nitsan *et al.*, 1991).

En el proceso de desarrollo y maduración de las distintas enzimas digestivas a través del tiempo, destaca la enzima alfa-amilasa pancreática, la cual

alcanza su máximo desarrollo a los 4 días después de la eclosión. En relación a los carbohidratos, su digestibilidad alcanza un 85% a los 4 días de edad (Noy y Sklan, 1995). La actividad de la lipasa pancreática alcanza su mayor actividad a los 16 días después del nacimiento. La tripsina y la quimiotripsina pancreática tiene una actividad muy reducida después del nacimiento, sin embargo llegan a su funcionalidad óptima a los 10 días de vida. La digestibilidad de las proteínas mejora de 78% a 90% desde los 4 a 21 días de edad (Maiorka *et al.*, 2006).

Además de las reacciones enzimáticas que ocurren en el interior del lumen intestinal, las etapas finales de la digestión ocurren gracias a enzimas ancladas a la membrana del borde en cepillo del intestino. Estas enzimas incluyen disacaridasas, peptidasas, fosfatasas (Semenza, 1986). La actividad de estas enzimas es proporcional al desarrollo de los enterocitos después de los 2 días de edad y al peso vivo de las aves. Esta correlación confirma que la actividad de estas enzimas de membrana juega un papel importante en proveer de sustratos para el crecimiento del animal (Sklan, 2000).

Las dietas comúnmente usadas en producción animal, aportan carbohidratos, lípidos y proteínas que deben ser hidrolizadas por distintas enzimas, antes de ser absorbidos por el animal (Noy y Sklan, 1999).

Los aminoácidos y pequeños péptidos son absorbidos al interior del enterocito y dentro de éste los péptidos son hidrolizados a aminoácidos.

Posteriormente, estos nutrientes atraviesan la membrana basolateral y se dirigen en dirección a la circulación portal (Austic, 1985).

Pollos alimentados de forma precoz, presentan una mejor actividad enzimática (Austic, 1985) y un desarrollo mayor de las estructuras morfológicas del sistema digestivo (Baranyioba y Holman, 1976).

Un aumento en las concentraciones dietarias de proteínas por sobre los niveles usuales, incrementan la actividad de la tripsina y la quimiotripsina en el jugo pancreático (Austic, 1985). También el funcionamiento enzimático se ve influenciado por los niveles de energía dietaria (Maiorka, *et al.*, 2004).

Los cambios ocurridos durante el intervalo desde el nacimiento a la primera ingesta de alimento puede afectar severamente el desarrollo del pollo (Maiorka *et al.*, 2006).

Pollos que han sufrido ayuno presentan una disminución en la actividad de sus distintas enzimas pancreáticas (Sklan, 2000).

Se puede inferir que cualquier tipo de restricción alimenticia afecta el desarrollo y secreción de las enzimas digestiva, lo que a su vez, puede ser un factor limitante para la digestión y el mejor rendimiento productivo del pollo (Susbilla *et al.*, 2003).

El incremento progresivo del área de absorción, de las secreciones pancreáticas y de la capacidad hidrolítica de la mucosa sugieren que el consumo de alimento, el crecimiento del intestino y la actividad enzimática están

coordinadas en aves jóvenes para mantener una eficiente disponibilidad de nutrientes (Sklan, 2000). La comprensión del desarrollo fisiológico temprano del intestino, de los factores que lo afectan y su relación con el desarrollo posterior de los pollos nos permite concluir que el manejo nutricional en las primeras etapas de crecimiento es fundamental para lograr adecuados resultados productivos. Lo anterior implica alimentar a las aves de tal forma de lograr el mayor aprovechamiento posible de los nutrientes, manteniendo la integridad del sistema gastrointestinal (González, 2000).

2.2.5.- Desarrollo Intestinal e Inmunidad

El periodo entre el estado final de desarrollo embrionario y la primera semana de vida, son esenciales para el desarrollo del sistema inmune (Maiorka *et al.*, 2006).

Durante los primeros 7 días, gran parte de la inmunidad esta constituida por anticuerpos depositados en el huevo, los cuales son transferidos justo antes del nacimiento. Los órganos inmunes secundarios se desarrollan particularmente después del nacimiento y son capaces de responder efectivamente a un desafío inmune a los 10 días después del nacimiento. La respuesta inmunológica humoral alcanzará la madurez, después de la primera semana post-nacimiento (Maiorka *et al.*, 2006).

El desarrollo inmunológico es un proceso complejo (Maiorka *et al.*, 2006). Un retraso en el acceso al alimento y agua resulta en una menor absorción de aminoácidos y otros nutrientes en el intestino delgado, lo que reduce a su vez la capacidad de producir anticuerpos contra diversas enfermedades (Mateos *et al.*, 2002), incluso pudiendo repercutir el trabajo del sistema inmune para el resto de la vida (Maiorka *et al.*, 2006).

Otro factor que puede afectar el desarrollo inmune normal es el estrés térmico. Esto debido a que los corticoesteroides liberados pueden conducir a una involución de los tejidos linfoides (Maiorka *et al.*, 2006).

2.3.- Nutrición del Pollo Broiler

2.3.1.- Nutrición Embrionaria y su Relación con el Desarrollo Digestivo

El huevo está constituido aproximadamente por un 58.5% de albúmina, 31% de yema, 10,5% de cáscara y una baja proporción de carbohidratos. Esta composición química puede variar de acuerdo a la edad, alimentación y línea genética de las aves. A pesar de éstas variaciones en la composición del huevo, se estima que el embrión de broiler recibe alrededor de 40 grs. de agua, 7 grs. de proteína y 5 grs. de lípidos durante su fase de desarrollo. En este periodo, el S.V. es la única fuente de energía, que aporta vitaminas liposolubles, ácidos grasos

esenciales, lípidos neutros y fosfolípidos requeridos para la formación de los tejidos embrionarios. (Maiorka *et al.*, 2006).

Además de su importante papel nutricional, el S.V. desempeña una función inmunológica relevante participando en la transferencia de anticuerpos al pollito (Venturino, 2006).

Cerca de la eclosión, el S.V. restante es internalizado en la cavidad abdominal. El uso de éste, por parte del pollito, se hace tanto por transferencia sanguínea como por absorción en el tracto gastrointestinal en los momentos anteriores y posteriores a la eclosión (Noy y Sklan, 1998.).

Parte del contenido del S.V. se transfiere al intestino a través del tallo vitelino, el cual se va estrechando con la edad, quedando casi completamente ocluido a las 72hrs de vida (Noy y Sklan, 1998). Con respecto a la absorción del S.V. vía transferencia sanguínea, ésta permanece funcional durante las primeras 48 hrs de vida, para luego disminuir considerablemente (Noy y Sklan, 1999).

Otra función importante de S.V. posterior a la eclosión, es mejorar la utilización eficiente de la energía y proteína dietaria (Nitsan *et al.*, 1991).

El S.V. es una formidable herramienta para la supervivencia, con la que la naturaleza ha dotado a las aves, para enfrentar los momentos críticos entre el nacimiento y los primeros hallazgos de alimento, pero no lo es, para cumplir con las exigencias productivas que se les impone a los pollos broiler bajo un régimen

intensivo de crianza (Venturino, 2006.), el cuál exige un crecimiento más rápido y eficiente de las aves (Odalys *et al.*, 2002).

Cuando los nutrientes no son aportados por la dieta, los pollos recién nacidos usan para el desarrollo intestinal la energía y las proteínas del S.V. Si todos los triglicéridos que contiene el S.V. fueran metabolizados con un 100% de eficiencia, la máxima cantidad de energía producida podría ser alrededor de 9 Kcal., que es menos que las 11 Kcal. requeridas para mantener al pollo en su primer día de vida (Maiorka *et al.*, 2006).

El desarrollo del sistema digestivo durante el periodo embrionario, se caracteriza por un desarrollo de las vellosidades intestinales cinco días antes de la eclosión, de forma paralela ocurre un aumento de la superficie intestinal y en el número de enterocitos (González, 2000).

Los grandes cambios que se dan en el desarrollo morfológico del TGI, en los momentos próximos a la eclosión, incluyen la multiplicación de varias veces la superficie absorbente del intestino, siendo posteriormente muy sensibles a las modificaciones en la suplementación de nutrientes (González, 2000).

2.3.2.- Nutrición Post-Nacimiento y su Relación con el Desarrollo Digestivo

La primera semana de vida es muy importante para el correcto desarrollo del tracto gastrointestinal, (Maiorka, *et al.*, 2004).

Al nacimiento, las aves experimentan un período de adaptación digestiva (Noy y Sklan, 1998); el TGI y sus órganos asociados sufren cambios significativos tendientes a permitir una adecuada transición desde una alimentación embrionaria, dependiente fundamentalmente de los lípidos y proteínas del huevo, hacia una dieta clásica comercial, rica en carbohidratos, proteína y grasa, que al llegar al intestino deben ser hidrolizados antes de ser absorbidos (Murakami *et al.*, 1992; Geyra *et al.*, 2001). Para lograr un adecuado desarrollo intestinal, los pollos necesitan recibir los nutrientes necesarios de las dietas externas (Maiorka *et al.*, 2006).

El uso de una dieta de preinicio puede conducir a un mejor desarrollo animal y por consiguiente a mejores beneficios económicos (González, 2000).

Los lípidos, no son correctamente usados por los pollos jóvenes, debido a que presentan una circulación enterohepática inmadura, (Maoirka *et al.*, 2004). En el caso de las proteínas, la digestión en su primera etapa, es realizada por las enzimas pancreáticas, creando subunidades proteicas. Estas subunidades deben ser nuevamente fragmentadas a aminoácidos (aa), dipéptido o tripéptidos por las enzimas del borde en cepillo de la mucosa intestinal. Al ser absorbidas por las

células de la mucosa, las peptidasas citoplasmáticas completan el proceso digestivo, los nutrientes toman distintos caminos, como puede ser la absorción por el propio enterocito, (Vásquez y García, 2006) o transportados al torrente sanguíneo vía vena porta para llegar al hígado donde pueden seguir diferentes rutas metabólicas (Egaña, 2002).

Durante la fase embrionaria, las enzimas digestivas están presentes en el intestino pero de forma inactiva (Maiorka *et al.*, 2006). La maduración de esta batería enzimática, pasa por una serie de adaptaciones durante los primeros días de vida, los que dependen en gran parte de los niveles de alimentación y la composición de la dieta (Austic, 1985; Maiorka *et al.*, 2006). El estímulo del alimento sólido es el principal factor para iniciar el desarrollo del tracto gastrointestinal y sus facultades digestivas, además de favorecer la regresión del S.V. (Venturino, 2006).

La escasez de nutrientes, pueden retrasar el desarrollo normal del tracto gastrointestinal (Maiorka *et al.*, 2006). Bajo condiciones de ayuno, las células epiteliales del intestino tienen la posibilidad de digerir sus propios componentes celulares, abasteciendo de nutrientes al organismo, por medio de la actividad autofágica lisosomal (Yamauchi y Tarachai., 2000). Esto produce alteraciones en el desarrollo normal de las vellosidades intestinales (Uni *et al.*, 1998; Noy y Sklan, 1999), repercutiendo en su capacidad absorptiva, lo que influye de forma directa en un adecuado desarrollo del peso corporal (Lenhardt y Mozes, 2003). A nivel

anátomo-histológico, el ayuno disminuye el diámetro y movimientos intestinales, la altura y grosor de las vellosidades intestinales, además de afectar el epitelio intestinal y su ancho (Baranylova y Holam, 1976; Martín *et al.*, 2002). Yamauchi y Tarachai (2000), reportaron que la altura de las vellosidades en el duodeno fueron significativamente reducidas en pollitos sometidos a 24 hrs. de ayuno. Además, restricciones en la disponibilidad de agua, inmediatamente después del nacimiento, también producen cambios a nivel de la estructura de la mucosa intestinal de los pollos (Maiorka *et al.*, 2006). Es por esto que el TGI es considerado como un factor de suma importancia en el crecimiento de los pollos de carne comercial (Nitsan *et al.*, 1991).

Existe una correlación positiva entre el peso del intestino de los primeros días y el peso al sacrificio (Maiorka *et al.*, 2006). Durante los pasados 40 años, la edad de sacrificio de los pollos broiler ha ido disminuyendo en aproximadamente un día cada año (Nitsan *et al.*, 1991). Esta tendencia es continua y enfatiza la importancia de los factores inherentes de la fisiología digestiva del ave en sus primeros días de vida y su interacción con las características composicionales de los ingredientes alimenticios (González 2000).

2.4.- Componentes Proteicos de las Dietas

2.4.1.- Harina de Pescado como Fuente Proteica en Dietas de Pollos Broiler

Las harinas de pescado (HAPES) son reconocidas por los nutricionistas animales como una excelente fuente de proteína, energía, minerales y vitaminas. Alrededor del mundo millones de toneladas de HAPES se producen anualmente; las cuales son destinadas principalmente en dietas comerciales para distintas especies productivas, dentro de las cuales se encuentran las aves (Miles y Jacob, 1997).

La HAPES se define como un producto que se obtiene por reducción, mediante proceso adecuado, del contenido de humedad y grasa del pescado o partes del mismo, previamente cocidos, sin agregar sustancias extrañas excepto aquellas que tiendan a mantener la calidad original del producto (Leiva, 1992). En Chile, las materias prima utilizadas en la fabricación de HAPES, depende del sector donde se realice la pesca, siendo la sardina y la anchoveta los principales recursos pesqueros en la zona norte, en cambio el jurel y la merluza en la zona centro- sur de nuestro país (Leiva, 1992).

La HAPES y sus productos derivados son considerados como un buen suplemento proteico para las aves (Wu *et al.*, 1983). En las dietas para dichos

animales, los concentrados proteicos pueden constituir un porcentaje importante de la ración alimenticia. (Abarca, 2000).

La harina de soya es la mayor fuente proteica de origen vegetal utilizada en las dietas de pollos broiler y su procedencia es fundamentalmente importada en Chile, pero su utilización debe ir acompañada por un aporte complementario de lisina y metionina, que son sus aminoácidos limitantes (Abarca, 2000). Esta condición puede ser corregida mediante el reemplazo de la proteína aportada por el afrecho de soya y/o sus subproductos con una porción proveniente de HAPES (Wu *et al.*, 1983).

Los concentrados de origen animal como las HAPES se pueden emplear en la formulación de dietas comerciales para broiler, y sus niveles de inclusión pueden ser variables (Abarca, 2000).

Numerosas investigaciones coinciden en señalar que al emplearse HAPES en la alimentación de pollos broiler y compararse con dietas similares formuladas con harina de soya, mejora el rendimiento productivo expresado en un mayor peso vivo y un mejor índice de conversión de alimento (Belyavin y Pike, 1995). Esto ocurre principalmente si se emplean mayores niveles de HAPES en las primeras semanas de edad del pollito (Jarpa y Castro, 1995).

La HAPES presentan varias ventajas sobre los concentrados proteicos vegetales, entre ellas se puede mencionar su alto aporte de proteína cruda, presencia de un buen balance de aminoácidos esenciales, adecuada disponibilidad

local y generalmente menor estacionalidad que las harinas de origen vegetal (Leiva, 1992).

La HAPES puede presentar algunas desventajas al ser usada en la industria avícola, como lo son la transmisión de sabores y olores no deseados a la carne de pollo y huevos, cuando es incorporada en altas proporciones en las dietas, además de un alto costo (Wu *et al.*, 1983), otro factor negativo, es la capacidad de inducir la presentación del síndrome “Vómito Negro” como consecuencia de proceso industriales deficientes y/o consumos excesivos (Leiva, 1992).

2.4.2.- Hidrolizados Proteicos Utilizados en las Dietas de Pollos Broiler

Las proteínas son biopolímeros de alto peso molecular formadas por unidades básicas o monómeros llamados aminoácidos (aa), las cuales forman una o varias cadenas polipeptídicas, constituyendo una configuración tridimensional particular (Egaña, 2002).

Son además, el principal componente estructural y funcional de los seres vivos (Martinez y Martinez, 2006). Dentro de sus múltiples funciones destacan: proteínas con actividad biológica, enzimática, hormonas, proteínas contráctiles, de transporte, de almacenamiento, anticuerpos, protectoras y estructurales (Egaña, 2002).

La función primaria de la proteína dietaria, es suministrar al organismo una mezcla de aa nutricionales esenciales y no esenciales, cuyo balance sea apropiado

para la síntesis y mantención de las proteínas titulares, del individuo que las consume (Egaña, 2002).

La proteína junto con la energía, son los factores dietéticos que más influyen en los costos alimenticios y los rendimientos productivos de la industria avícola, es por eso, que es de gran importancia el continuo avance en el conocimiento sobre los requerimientos nutritivos del pollo (Wijtten *et al.*, 2004).

El período inicial de crianza, corresponde a una etapa de gran importancia en la cadena productiva, donde destaca el uso de una adecuada dieta de inicio (Kemp y Kenny, 2003a). Se ha comprobado que un mayor peso corporal en la primera semana de vida del pollito, está correlacionado positivamente con un peso superior a los 42 días de edad, además de obtener un aumento en los pesos promedios del trutro y la pechuga (Macleod *et al.*, 2003). Además, mientras antes tengan acceso los pollos al alimento, mayor será su ganancia de peso, tanto a los 7 días como a la edad de faenamiento (González, 2000).

Es por esto que la industria alimentaria ha desarrollado productos de alta digestibilidad y elevado aporte nutricional, con el objeto de permitir un adecuado desarrollo de tejidos y/u órganos claves, para así obtener una adecuada respuesta productiva (Krehbiel y Matthews, 2003).

La inclusión de enzimas en la dieta, mejora la utilización de los nutrientes (Sell, 1997). La solubilidad y el grado de hidrólisis proteica que ocurre en el TGI,

es probablemente el principal factor limitante de la digestión de una fuente de proteínas (Yu *et al.*, 2002).

Al adicionar enzimas externas en las dietas comerciales, se puede hidrolizar de forma específica un componente proteico particular (Yu *et al.*, 2002), generando una mejora en la absorción y aumentando la disponibilidad de nutrientes para las diversas funciones metabólicas necesarias del ave (Abarca, 2000). Por el contrario, la carencia de hidrólisis enzimática en el lumen intestinal, disminuye la digestibilidad de los componentes de la dieta y reduce el crecimiento del animal (Nitsan *et al.*, 1991).

Los hidrolizados proteicos de pescado (HPP) corresponden a un alimento de alta calidad nutritiva y muy digestible, que se utiliza principalmente en la primera semana de vida en una variedad de especies animales. Lilburn, citado por Mateos *et al.*, 2002, propone alimentar a los pollitos con materias primas proteicas muy digestibles. Estos alimentos permiten dar una respuesta concreta a las altas exigencias nutricionales de las aves en producción (Profish, 2007a). Otra forma en que el uso de enzimas en los alimentos puede favorecer la digestión, se logra a través de la lisis de las paredes celulares de los alimentos, permitiendo un mejor acceso de las enzimas endógenas a los nutrientes (Sell, 1997).

Los hidrolizados proteicos (HP), se obtienen a partir de tejidos animales o vegetales, los cuales son sometidos a hidrólisis enzimática o química, formándose subunidades proteicas de distintos tamaños y pesos moleculares (Kristinsson y

Rasco, 2000). Estos poseen un número de propiedades funcionales que hacen de ellos una atractiva fuente proteica para la nutrición (Lahl y Braun, 1994).

Los HPP corresponden a un tipo de HP, hecho a base de pescado entero de alta calidad (Profish, 2007a).

Los HPP, son considerados como un buen recurso proteico para las aves de corral (Wu *et al.*, 1983); ya que proporcionan una fuente concentrada de nutrientes de alta calidad, además presentan una alta digestibilidad y son bien utilizados para un buen crecimiento del animal (Refstie *et al.*, 2004). Los HPP son más rápidamente absorbidos, que la proteína de pescado intacta, lo que resulta en un peak de aa post prandial más rápido y más alto en el plasma del animal (Refstie *et al.*, 2004).

La primera semana de vida es un periodo productivo que está definido por una alta tasa de desarrollo. Además, como el consumo de alimento durante éste periodo es el más bajo de todo el ciclo productivo, permite incorporar alimentos de alta calidad biológica (González, 2000), como lo son los HPP, que a pesar de ser más costoso, dado su bajo consumo en las primeras etapas de desarrollo, sumado a sus efectos positivos en el peso del animal, permiten obtener mayores rendimientos económicos (Profish, 2007a).

Aparte de las propiedades antes mencionadas, los HPP pueden ser utilizados como estimulante de la ingesta, debido a que tienen una alta palatabilidad (Murray *et al.*, 2003), y/o como agente emulsificantes (Lahl y Braun,

1994). Además, ayudan a mejorar la salud intestinal de cuadros como la enteritis necrótica, causada por la acumulación de proteína no digerida en el intestino grueso debido a un exceso en la dieta o al uso de fuentes proteicas de baja digestibilidad, con lo que se disminuye en parte la necesidad de antibióticos en el alimento. Por lo tanto, el uso de enzimas en el alimento disminuye la presentación de esta enfermedad que incluyen programas adecuados de alimentación post nacimiento, y una suplementación de las dietas tratadas enzimáticamente (Mateos *et al.*, 2002).

2.4.3.- Proceso Industrial de Hidrólisis

La calidad de una proteína dietaria puede modificarse por los tratamientos tecnológicos a los que son sometidos los alimentos que la contienen (Martínez y Martínez, 2006).

A nivel industrial, el proceso de hidrólisis proteica, se lleva a cabo usando grandes contenedores llamados reactores de hidrólisis, en los cuales se deposita una gran cantidad de proteína a tratar, junto con el agente que realizará la hidrólisis (Lahl y Braun, 1994).

Las características de los HPP dependen en parte del proceso de hidrólisis a que es sometido (Refstie *et al.*, 2004).

Al momento de fabricar HPP, es de suma importancia, mantener ciertos parámetros bajo control, como son la temperatura, el tiempo de hidrólisis y el ph. Al finalizar el proceso de hidrólisis se obtiene un producto determinado, el cual se define bajo ciertas características como son: distribución de aa y pesos moleculares, además del porcentaje de proteína intacta (Lahl y Braun, 1994).

La hidrólisis proteica puede ser realizada por medios enzimáticos, ácidos o alcalinos. La hidrólisis enzimática es el método más utilizado a la hora de fragmentar proteína (Lahl y Braun, 1994).

Dentro de las múltiples ventajas de la hidrólisis enzimática, cabe destacar que permite obtener un perfil peptídico bien definido, esto debido a que las enzimas utilizadas son específicas para un enlace determinado. Esto contrasta con la poca selectividad de la hidrólisis hecha con agentes ácidos o alcalinos (Guadix *et al.*, 2000).

La producción de HP vía enzimática, se realiza a bajas temperaturas, generalmente en un intervalo de 40° a 60° C y un ph entre 4 y 8. Esto permite mantener de mejor forma las propiedades físicas y nutricionales de los alimentos hidrolizados (Guadix *et al.*, 2000). En el caso de la hidrólisis química, existe la posibilidad de que la temperatura se eleve, afectando a la lisina presente en las proteínas, provocando la reacción de Maillard, lo que a su vez disminuye su digestibilidad (Martínez y Martínez, 2006). Además puede ocurrir formación de

enlaces disulfuros entre dos aa de cisteína, como también puede ocurrir la unión de la lisina a azúcares reducidos (Refstie *et al.*, 2004).

Las hidrólisis ácidas o alcalinas, reaccionan químicamente con los distintos sustratos, donde cabe la posibilidad de que se generen productos de degradación que pueden ser potencialmente tóxicos (Lahl y Braun, 1994).

La hidrólisis enzimática, permite una fragmentación proteica limitada, manteniendo de esta forma, el grado de solubilidad y dispersión, sin destrucción de aa esenciales, lo que permite conservar el valor nutritivo de la proteína nativa. En el caso de la hidrólisis química, puede existir destrucción de aa como la arginina y/o cisteína (Guadix *et al.*, 2000).

El calor permite inactivar a las enzimas utilizadas, siendo innecesaria su eliminación de los reactores de hidrólisis.

Por lo descrito anteriormente, el uso de enzimas muestra ser el método más adecuado a la hora de producir HPP (Diniz y Martin, 1997).

2.4.4.- Características de los Hidrolizados Proteicos de Pescado

Numerosas investigaciones han logrado obtener diversos HPP entre los que se encuentran Ep-400®, SYG-200® y Mx-100® (producidos por empresa Profish S.A). La inclusión de estos en las dietas iniciales, permite que los pollos

comiencen a alimentarse inmediatamente con un nutriente proteico y lipídico de alta eficiencia lo que los lleva a desarrollar adecuadamente su sistema digestivo superando la etapa de estrés a la que están sometidos. Posterior a esta etapa, el pollo podrá comenzar a recibir su alimento normal, el cuál metabolizará adecuadamente (Profish, 2007b).

Dichos hidrolizados, son productos de alto valor nutricional, ya que están elaborados con pescado entero de alta calidad y fresca, aportando de esta manera compuestos con actividades bioquímicas y fisiológicas de gran importancia para el desarrollo y crecimiento de numerosos órganos y tejidos en los animales recién nacidos. Contiene proteínas, grasas, vitaminas y minerales, además de nucleótidos, poliaminas, ácidos grasos ω -3 y ω -6 y especialmente aquellos polinsaturados de cadena larga (EPA y DHA), además de factores de crecimiento potenciales (Profish, 2007a).

La proteína contenida en éstos HPP ha sido hidrolizada enzimáticamente bajo condiciones controladas, producto de lo cual se han generado proteosas, peptonas, péptidos y algunos aminoácidos libres que son absorbidos eficientemente en el epitelio intestinal. Muchos de estos compuestos serían péptidos y polipéptidos de bajo peso molecular que se encontrarían encriptados en la proteína nativa y serían liberados mediante el proceso de hidrólisis enzimática (Profish, 2007a).

La incorporación de estos HPP en las dietas de preinicio, permite que los pollos alcancen un 5–8% de mayor peso al momento de salir al mercado (Profish, 2007b).

Sin embargo, a pesar que estos HPP son producidos bajo las mismas condiciones de hidrólisis enzimática, se diferencian entre si principalmente en sus condiciones de procesamiento (grado de hidrólisis, tiempo y temperatura en el procesamiento, pH, humedad y enzimas utilizadas), obteniéndose productos con pesos moleculares distintos (Millán, 2005)

Se cree que la apropiada mezcla de estos hidrolizados proteicos en combinación con fuentes de proteína vegetal producirían, además de bajar el costo del uso de estos hidrolizados, una sinergia de las características nutricional de estos productos que potenciarían aún más los beneficios productivos que si fueran usados por sí solos (Millán, 2005).

El uso de HPP junto con proteínas vegetales presentes en las dietas de preinicio, facilitan y estimulan la digestibilidad y absorción nitrogenada, de manera que el crecimiento inicial junto con un adecuado desarrollo intestinal permitan proyectar al máximo el potencial genético de las aves (Millán, 2005).

2.4.5.- Péptidos Bioactivos

La nutrición ha experimentando una profunda transformación debido al desarrollo de alimentos funcionales que pueden expresar su rol mediante la presencia de péptidos bioactivos. Estos alimentos, además de sus propiedades nutricionales (fuente de aa) son capaces de ejercer diferentes efectos biológicos específicos, sobre el organismo que los consume (Martínez y Martínez, 2006).

El efecto que producen algunos péptidos bioactivos no es algo nuevo. A modo de ejemplo, las propiedades funcionales de la leche materna se conocen hace más de 50 años y hoy en día éstas propiedades resultan evidentes si se tiene en cuenta que los recién nacidos poseen un sistema inmune inmaduro y dependen por tanto de distintas proteínas presentes en la leche materna para hacer frente a distintos agentes patógenos (inmunoglobulinas, enzimas, etc...) (Martínez y Martínez, 2006). Otro ejemplo, sería el caso de la triyodotironina y tetrayodotirosina que son derivados del aminoácido tirosina, las cuales actúan como hormonas tiroideas en el organismo o el caso del ácido glutámico y su función como neurotransmisor (Egaña, 2002).

El concepto realmente novedoso desde el punto de vista de la nutrición, es que se ha descubierto que los péptidos bioactivos, tienen una amplio potencial de mejorar una gran cantidad de funciones biológicas y/o tratar de reducir el riesgo de algunas enfermedades (Martinez y Martinez, 2006).

Las proteínas que contienen los alimentos pueden digerirse enzimáticamente y así liberar a los péptidos bioactivos (Vioque y Millán, 2005).

Los péptidos bioactivos son secuencias de aa de pequeño tamaño, inactivos dentro de la proteína intacta, pero que pueden activarse al ser liberados durante la digestión del alimento en el organismo del individuo o por un proceso previo al mismo (Martínez y Martínez, 2006). Estos péptidos se pueden encontrar en una gran cantidad de alimentos, incluyendo el pescado.

Los HPP no estarían exentos de estas propiedades los cuales además de su importante papel nutricional, puede ejercer acciones tanto a nivel local como sistémico (Martínez y Martínez, 2006). Dentro de sus posibles efectos biológicos específicos se puede destacar acciones a nivel del sistema inmune, gastrointestinal y cardiovascular, además de tener posibles efectos anticancerígenos, antibacterianos y antivirales. (Martínez y Martínez, 2006).

El aumento de la inmunidad usando inmunoestimulantes en dietas, ha atraído la atención como una alternativa para la profilaxis contra distintas enfermedades, uno de estos inmunoestimulantes son las proteínas hidrolizadas (Murray *et al.*, 2003). Los HPP tienen la capacidad de ejercer un efecto positivo a nivel del sistema inmune. Al contener ácidos grasos poliinsaturados de la familia de los ω -3, las aves alimentadas con HPP desarrollan una mayor resistencia contra diversas enfermedades (Profish, 2007a). Un efecto similar es el observado en otras especies productivas, donde la fracción polipeptídica encontrada en

éstos hidrolizados, produce también efectos benéficos en el sistema inmune y por ende un aumento de la resistencia contra distintas enfermedades (Murray *et al.*, 2003). Otro ejemplo de las propiedades relacionadas con la inmunidad, se demuestra en la utilización de enzimas exógenas en dietas para pollos broiler, con el fin de reducir los problemas intestinales y hepáticos asociados a *Clostridium*, esto debido a que la composición de la dieta tiene un efecto marcado sobre el tipo de flora que se desarrolla en el TGI del pollito y en el número total de *clostridium perfringens* que pueden aislarse (Mateos *et al.*, 2002). De esta forma, el empleo de las enzimas exógenas necesarias en el proceso industrial de obtención de los HPP, pudieron ejercer un efecto digestivo nutricional semejante.

Gracias al variado perfil de pesos moleculares que se encuentran en los HPP, estos le confieren propiedades funcionales como agente ligante de alimento, permitiendo una reducción en el contenido de aditivos en la dieta. (Profish, 2007a).

Unos de los problemas asociados a la producción de harina de pescado es la formación de enlaces disulfuro entre dos moléculas de cisteína, esto se asocia a un daño térmico en los procesos de producción (Refstie *et al.*, 2004). Esto contrasta con la elaboración de HPP, ya que su procesamiento enzimático es a baja temperatura, lo que permite preservar los aminoácidos termosensibles como la metionina, lisina, cistina, triptofano y taurina, además de evitar la formación de enlaces disulfuro (Profish, 2007a).

El proceso de hidrólisis produce aminoácidos libres y péptidos de distintos pesos moleculares, que además de sus propiedades nutricionales pueden exhibir características saborizantes, las cuales dependen de su composición química (Murray *et al.*, 2003). La adición de HPP a las dietas de consumo animal aporta un perfil de sabor único, convirtiéndolo en un excelente agente palatante (Profish, 2007a).

3.- HIPÓTESIS

La inclusión de hidrolizados proteicos de pescado, solos y combinados con distintas fuentes de proteína vegetal, en la dieta de preinicio de pollos broiler, mejora los rendimientos de la canal comercial, de músculos pectorales y del trutro entero.

4.- OBJETIVOS

4.1.- Objetivo General

Determinar los efectos de la suplementación de la dieta de pre-inicio en pollos broiler, con tres hidrolizados proteicos de pescado; Ep-400® y MX-100® y SYG-200®, solos y asociados con dos fuentes de proteína vegetal (Gluten de Maiz y de Trigo), sobre indicadores de canal y desarrollo muscular durante un ciclo comercial completo.

4.2.- Objetivos Específicos

1. Evaluar el efecto de los suplementos proteicos, en dietas de pre-inicio de pollos broiler, sobre las características de la canal comercial a través de indicadores usualmente utilizados para estos fines.
2. Evaluar el crecimiento de los músculos pectorales y de los músculos peroneo largo y gastrocnemio del trutro entero, a los 14 y 40 días.

5.- MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la “Unidad Experimental de Producción y Nutrición Avícola” de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile, ubicada en la comuna de La Pintana, Santiago.

Se usaron seiscientos treinta (630) pollos broiler machos (Ross 308) de 1 día de edad seleccionados mediante un procedimiento de estandarización de pesaje dejándose pollos en un rango de peso vivo entre 41 y 47gr, los que fueron distribuidos aleatoriamente en 30 corrales de piso con 21 pollos cada uno.

El experimento se realizó con 6 tratamientos de 5 repeticiones cada uno, siendo cada repetición equivalente a un corral. Los tratamientos fueron los siguientes:

Tratamiento 1: Dieta control Maíz-Soya (CTRL)

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

Tratamiento 3: MX-100® al 1,6% de inclusión (MX-100)

Tratamiento 4: Ep400® al 1,6%, suplementado con Gluten Maíz hidrolizado al 1,8% de inclusión (Ep400+GM)

Tratamiento 5: Ep- 400® al 1,6%, suplementado con Gluten Trigo hidrolizado al 1,8% de inclusión (Ep400+GT)

Tratamiento 6: SYG-200® al 2% de inclusión (SYG-200)

Durante el período de Pre-inicio (1 a 14 días), las aves recibieron las dietas de acuerdo a los tratamientos programados (**Anexo 1**). Las dietas de Inicio, Crecimiento y Final fueron las mismas para todas las aves. Estas dietas se detallan en el **Anexo 2**.

Todas las dietas utilizadas, según periodo productivo, se ajustaron a los requerimientos de la línea genética y del NRC (1994). El análisis químico de los hidrolizados proteicos de pescado del estudio y su perfil aminoacídico se detallan en el **Anexo 3 y 4** respectivamente.

Las diferentes dietas utilizadas en el período de preinicio, se formularon isoproteicas e isoenergéticas y se presentaron molidas (“mash”). Los pollos fueron mantenidos con un régimen de alimentación *ad-libitum* y consumo de agua a discreción, con una densidad de 14,5 pollos/m² (de 1 a 14 días) y 12,5 pollos/m² (de 15 a 40 días). Los corrales fueron ubicados en un pabellón experimental de estructura convencional con ventilación natural manejados con cortinas laterales y calefacción mediante campanas a gas con control de temperatura por termostato.

5.1.- Medición de Características de la Canal

Al término del estudio (día 40), se tomaron 3 pollos por repetición y en la planta faenadora se procedió a realizar las siguientes mediciones:

1. Peso de canal caliente (g), (canal comercial)
2. Peso de pechuga con hueso, sin piel (g)
3. Peso del trutro entero derecho (g)
4. Peso de la grasa abdominal.

Con estos datos se calculó el respectivo rendimiento porcentual en relación al peso vivo previo al sacrificio y en relación al peso de la canal.

5.2.- Evaluación del Crecimiento de Músculos Pectorales, Gastrocnemio + Peroneo Largo y Acumulamiento de Grasa Abdominal

A los 14 y 40 días de edad se realizó una evaluación de crecimiento de pechuga, trutro entero derecho y acumulo de grasa abdominal. Para esto, en cada ocasión se seleccionaron 3 pollos por repetición que estuvieron dentro del peso promedio de la repetición $\pm 5\%$ y que fueron sometidos al siguiente procedimiento:

1. Los pollos fueron pesados individualmente y luego se sacrificaron por dislocación cervical, a los 14 días y por el procedimiento estándar de la planta faenadora a los 40 días.
2. De la carcasa se removió la pechuga con hueso sin piel y el trutro entero derecho de cada ave. Se registró su peso. Luego se procedió a separar los músculos pectorales, gastrocnemio y peroneo largo, registrándose sus pesos.
3. Los pesos de las piezas y/o de los músculos señalados, se utilizaron para calcular su rendimiento porcentual en relación la peso vivo del pollo y /o de su correspondiente canal, (al día 40). De esta forma se evaluó como los distintos tratamientos influyeron sobre el desarrollo de estos distintos tejidos.
4. Se removió la grasa abdominal, registrándose su peso y se expresó como % del peso vivo y/o de canal, según edad de sacrificio.

5.3.- Análisis de las Dietas

Todas las dietas fueron muestreadas y evaluadas mediante un “Análisis Químico Proximal” (AOAC, 2002). Para esto, se obtuvo una muestra representativa de cada dieta correspondiente a los distintos tratamientos de preinicio (1 a 14 días de edad) y de las restantes (Inicio, Intermedio y Final), las cuales se enviaron al laboratorio Labser Ltda.®, ubicado en Camino Vecinal 950 Ruta H-30, Rancagua, para análisis.

5.4.- Análisis Estadístico

Las variables definidas se clasificaron según tratamiento y repetición. Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) utilizando el programa estadístico SAS (2004) para determinar el efecto de las fuentes de variación, sobre estas variables. A los resultados del ANDEVA que indicaron efecto significativo ($p \leq 0,05$) de tratamiento, se les realizó una prueba de Tukey de comparación de medias (Sokal y Rohlf, 1981), con el propósito de conocer cuales tratamientos difieren entre sí.

Las variables que estaban expresadas en %, se transformaron según la función del arcoseno previo al análisis.

El análisis estadístico utilizó el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + R_j + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = respuesta observada

μ = media poblacional

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

R_j = efecto de la j -ésima repetición ($j: R_1, \dots, R_5$)

ϵ_{ijk} = error

6.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1.- Peso Vivo Día 1:

El peso inicial de los pollos se presenta en el cuadro 1

Cuadro 1. Peso vivo (g) de los pollos al inicio del estudio.

TRATAMIENTOS	PESO VIVO PROMEDIO (g)
CNTRL (Maíz-Soya)	43,9
Ep400 1,6%	44,1
MX-100 1.6%	43,8
Ep400 1,6% + 1.8% Gluten Maíz	44,3
Ep400 1,6% + 1.8% Gluten Trigo	44,0
SYG-200 2%	43,9

El peso vivo promedio de los pollos al día 1 de edad fluctúa entre 43,8 y 44,3 grs., no presentando diferencias significativas ($p>0,05$) entre los distintos tratamientos. Lo anterior indica que los pollos utilizados fueron homogéneos al momento de iniciar el estudio, debido al método de distribución y de asignación de las aves a los corrales. Con esto se aseguró un material biológico equivalente en todos los grupos experimentales.

6.2.- Mortalidad

Cuadro 2. Mortalidad (%) de pollos según tratamiento y períodos del estudio, expresada como porcentaje.

PERÍODO	TRATAMIENTOS					
	CTRL	EP400	MX -100	Ep400 + GM	Ep400 + GT	SYG 200
1 – 14 ds	1,90	1,90	0,95	0,95	1,90	0,95
15 – 23 ds	2,27	0	0	0	2,27	0
24 – 35 ds	0	0	0	1,12	0	0
36 – 43 ds	0	0	0	0	0	0

La mortalidad obtenida durante la fase experimental, se encuentra dentro de los rangos esperables en un manejo productivo comercial. En el primer período las muertes correspondieron a cuadros septicémicos asociados a onfalitis y/o infección del saco vitelino, en los períodos intermedios las muertes fueron causadas principalmente por síndrome de muerte súbita, congestión y edema pulmonar. En el período final no existieron muertes.

6.3.- Mediciones de Calidad de Canal Día 41

Al día siguiente de finalizado el estudio, los pollos fueron trasladados a la planta faenadora, donde fueron beneficiados y se realizaron las mediciones que se presentan en el cuadro 3, según tratamientos.

Cuadro 3. Peso de los distintos componentes de la canal de pollos al día 41 edad, según tratamiento (Promedios \pm desviación estándar).

VARIABLES	TRATAMIENTOS						
	CTRL	Ep400	MX100	Ep400 + GM	Ep400 + GT	SYG200	p
Peso vivo	2,31	2,29	2,25	2,24	2,27	2,26	>0,05
	$\pm 0,11$	$\pm 0,08$	$\pm 0,09$	$\pm 0,08$	$\pm 0,07$	$\pm 0,11$	
Peso canal caliente	1,62	1,63	1,60	1,57	1,60	1,61	>0,05
	$\pm 0,08$	$\pm 0,07$	$\pm 0,08$	$\pm 0,07$	$\pm 0,06$	$\pm 0,09$	
Peso pechuga con hueso sin piel	0,44	0,44	0,43	0,42	0,43	0,43	>0,05
	$\pm 0,04$	$\pm 0,03$	$\pm 0,04$	$\pm 0,04$	$\pm 0,03$	$\pm 0,04$	
Peso trutro entero	0,22	0,22	0,21	0,21	0,22	0,22	>0,05
	$\pm 0,02$	$\pm 0,02$	$\pm 0,02$	$\pm 0,02$	$\pm 0,01$	$\pm 0,02$	
Peso grasa abdominal	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	>0,05
	$\pm 0,01$	$\pm 0,01$	$\pm 0,01$	$\pm 0,01$	$\pm 0,01$	$\pm 0,01$	

No se aprecian diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) para las distintas variables entre los tratamientos en estudio, al día 41 de la investigación. Solo se puede apreciar que el grupo CTRL y Ep400 alcanzan los valores

numéricamente mayores para la mayoría de las variables pero sin diferencias con ningún otro tratamiento.

Los registros numéricamente menores correspondieron al tratamiento Ep400+GM, el cual alcanza en 4 de las 5 variables descritas en el cuadro 3 el menor resultado. Esto está en concordancia, con lo expuesto por Maucher 2007, quién es su investigación mezcló HPP (Ep400), más gluten de maíz, obteniendo bajos resultados.

Cuadro 4. Rendimientos porcentuales de los distintos componentes de la canal al día 41 de edad, según tratamiento (Promedios \pm desviación estándar).

VARIABLES (1)	TRATAMIENTOS						
	CTRL	Ep400	MX-100	Ep400 + GM	Ep400 + GT	SYG-200	p
Peso canal caliente/ Peso vivo (%)	70,30 $\pm 1,23$	71,10 $\pm 1,33$	71,14 $\pm 1,04$	70,11 $\pm 1,46$	70,47 $\pm 1,07$	71,20 $\pm 1,15$	>0,05
Peso pechuga con hueso s/piel/ Peso vivo (%)	19,22 $\pm 1,14$	19,20 $\pm 1,19$	19,18 $\pm 1,26$	18,55 $\pm 1,41$	18,94 $\pm 1,09$	18,97 $\pm 0,99$	>0,05
Peso pechuga con hueso s/piel/ Peso canal (%)	27,33 $\pm 1,48$	27,00 $\pm 1,43$	26,95 $\pm 1,65$	26,45 $\pm 1,77$	26,87 $\pm 1,43$	26,63 $\pm 1,26$	>0,05
Peso trutro entero/ Peso vivo (%)	9,34 $\pm 0,70$	9,50 $\pm 0,68$	9,32 $\pm 0,79$	9,41 $\pm 0,77$	9,51 $\pm 0,55$	9,50 $\pm 0,38$	>0,05
Peso trutro entero/ Peso canal (%)	13,29 $\pm 1,05$	13,37 $\pm 1,01$	13,11 $\pm 1,18$	13,43 $\pm 1,11$	13,50 $\pm 0,80$	13,35 $\pm 0,45$	>0,05
Grasa abdominal / Peso canal (%)	3,35 $\pm 0,68$	3,21 $\pm 0,52$	3,25 $\pm 0,63$	3,33 $\pm 0,58$	3,41 $\pm 0,59$	3,25 $\pm 0,56$	>0,05

El relación al rendimiento porcentual de los distintos componentes de la canal, no se observan diferencias significativa ($p>0,05$), entre los distintos tratamientos, lo que concuerda con los resultados obtenidos por Céspedes, 2008 para % peso pechuga/peso vivo, % peso pechuga/peso canal y % peso grasa abdominal/peso canal.

Sólo se puede apreciar que el tratamiento Ep400+GT, alcanzó los mayores registros numéricos en tres de las seis variables del cuadro 4 (%peso trutro entero/peso vivo, %peso trutro entero/peso canal y % grasa abdominal/ peso canal), mientras que el CTRL los registró para las variables % peso pechuga/peso vivo y % peso pechuga/peso canal, lo que difiere de Céspedes, 2008, que obtuvo para esta variables en el CTRL., los menores registros numéricos.

Sin embargo, éstas son sólo tendencias que en nada respaldan el efecto de ningún tratamiento sobre ninguna característica de la canal.

6.4.- Evaluación del Crecimiento de Músculos Pectorales, Gastrocnemio+ Peroneo Largo y Acumulación de Grasa Abdominal, al Día 14

En el cuadro 5, se muestran las variables que permiten evaluar el crecimiento muscular al final de la aplicación del tratamiento dietético.

Cuadro 5. Pesos de los distintos componentes de la canal al día 14, según tratamiento (Promedios \pm desviación estándar).

VARIABLES (g)	TRATAMIENTOS						
	CTRL	Ep400	MX100	Ep400 + GM	Ep400 + GT	SYG-200	P
Peso vivo (g)	378,47 ^{bc}	381,87 ^c	377,13 ^{abc}	370,67 ^{abc}	369,60 ^{ab}	365,47 ^a	$\leq 0,05$
	$\pm 11,34$	$\pm 19,42$	$\pm 16,93$	$\pm 14,23$	$\pm 12,86$	$\pm 19,67$	
Peso pechuga con hueso (g)	59,33	58,40	59,27	59,87	56,47	57,27	$> 0,05$
	$\pm 5,05$	$\pm 4,37$	$\pm 5,85$	$\pm 5,19$	$\pm 3,48$	$\pm 5,13$	
Peso pectorales (g)	42,20	41,99	42,82	42,81	39,83	40,80	$> 0,05$
	$\pm 3,33$	$\pm 3,14$	$\pm 4,66$	$\pm 2,92$	$\pm 3,71$	$\pm 4,21$	
Peso trutro entero (g)	31,27	31,47	31,73	30,53	30,80	32,00	$> 0,05$
	$\pm 1,94$	$\pm 3,04$	$\pm 1,28$	$\pm 2,72$	$\pm 2,83$	$\pm 2,45$	
Peso gastrocnemio + peroneo (g)	2,69	2,65	2,55	2,61	2,56	2,58	$> 0,05$
	$\pm 0,23$	$\pm 0,27$	$\pm 0,33$	$\pm 0,23$	$\pm 0,24$	$\pm 0,20$	
Peso grasa abdominal (g)	2,60	4,13	2,73	2,93	3,13	3,87	$> 0,05$
	$\pm 1,35$	$\pm 1,73$	$\pm 1,22$	$\pm 0,88$	$\pm 1,06$	$\pm 1,64$	

La variable peso vivo, a los 14 días, mostró un efecto de tratamientos. Éste se manifestó en que el mayor peso se alcanzó con Ep400®, que superó

significativamente ($p < 0,05$) a Ep400+GT y SYG-200®. El segundo mayor peso correspondió al CTRL., que no difirió significativamente de Ep400® como tampoco Mx-100®, Ep400+GM, ni Ep400® + GT, pero si fue mayor ($p \leq 0,05$) que SYG-200®.

Por otra parte, el tratamiento control se ubicó en el segundo lugar en relación a la variable peso vivo al día 14, presentando una diferencia de tan sólo 3.4 gr. promedio con respecto al tratamiento de mayor registro (Ep400®). A la vez SYG-200® mostró los resultados más pobres.

Los resultados de las demás variables, muestran un comportamiento errático. Se puede apreciar, sin embargo, una tendencia del CTRL. y Ep-400® en mostrar mejores resultados para peso de gastrocnemio más peroneo, mientras que la grasa abdominal tendió a ser menor en CTRL. y mayor en Ep400®, pero no hay un respaldo estadístico a estas observaciones.

Destacan los bajos resultados obtenidos por los pollos alimentados con la dieta Ep-400+ GT que fueron las numéricamente menores para 5 de las 6 variables analizadas.

Los resultados obtenidos no concuerdan con lo propuesto por Profish, 2007a quienes postulan que el uso de HPP en dietas de preinicio, genera un efecto positivo en el desarrollo temprano de los pollitos. Esta afirmación no se demuestra en esta investigación, puesto que la dieta a la cual no se incorporó

HPP (CTRL) presentó una tendencia a tener registros iguales o superiores a los otros tratamientos que si lo usaron.

Los resultados de ésta investigación, tampoco concuerda con Kemp y Kenny, 2003a, quienes postulan que el uso de una mayor cantidad de aminoácidos digestibles, aumentaría el peso vivo en las primeras etapas de vida.

Por otra parte, en un estudio realizado por Maucher, 2007, quien utilizó HPP solos y mezclados con hidrolizados proteicos vegetales (HPV), no hubo diferencias estadísticamente significativas para la variable peso vivo al día 14 de edad, lo que en general concuerda con los resultados de éste estudio, ya que la única diferencia significativa con el CTRL respecto de peso vivo a los 14 días, fue con SYG-200®, que mostró resultados inferiores ($p \leq 0,05$) al CTRL.

Los resultados obtenidos en éste estudio, indican que el uso de HPP no generó diferencias estadísticamente significativas para las variables peso pechuga, peso pectoral, peso trutro entero, peso gastrocnemio + peroneo y grasa abdominal al día 14 de la investigación. De forma particular, la variable peso vivo presentó dos diferencia significativas, entre los grupos Ep400® vs Ep400+GT y SYG-200® y los grupos control vs SYG-200®. Sin embargo, estas diferencias no permiten concluir que los HPP mejoran los pesos vivos al día 14, ya que no hubo diferencias estadísticas significativas entre el grupo control y Ep400® que es el tratamiento que alcanza los mayores pesos.

Los resultados del presente estudio, indican que los valores mostrados por las distintas variables de la canal, no tendrían relación con la adición de HPP más HPV en las distintas dietas de preinicio.

Los bajos registros obtenidos por el tratamiento Ep400 + GT, se podrían explicar por la presencia de gluten de trigo, el cual podría tener un efecto negativo (detrimental) sobre los pesos de los pollos, cuando se usa en conjunto con HPP.

En el cuadro 6 se presentan las relaciones entre las variables antes consideradas.

Cuadro 6. Rendimientos porcentuales de los componentes de la canal al día 14 de edad, según tratamiento (Promedios \pm desviación estándar).

VARIABLES (%) (1)	TRATAMIENTOS						
	CTRL	EP-400	MX-100	Ep400 + GM	Ep400 + GT	SYG-200	P
Peso pectorales / Pechuga (%)	71,26	71,97	72,33	71,69	70,55	71,28	>0,05
	$\pm 3,69$	$\pm 3,37$	$\pm 4,71$	$\pm 3,67$	$\pm 4,96$	$\pm 4,12$	
Peso pectorales / Peso vivo (%)	11,14	10,99	11,35	11,55	10,77	11,15	>0,05
	$\pm 0,72$	$\pm 0,55$	$\pm 1,09$	$\pm 0,62$	$\pm 0,89$	$\pm 0,77$	
Peso gastrocnemio + peroneo / trutro entero (%)	8,62	8,44	8,04	8,57	8,34	8,09	>0,05
	$\pm 0,74$	$\pm 0,80$	$\pm 0,93$	$\pm 0,75$	$\pm 0,82$	$\pm 0,49$	
Peso gastrocnemio + peroneo / peso vivo (%)	0,71	0,69	0,68	0,70	0,69	0,71	>0,05
	$\pm 0,06$	$\pm 0,06$	$\pm 0,08$	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,03$	
Peso grasa abdominal / peso vivo (%)	0,69	1,08	0,73	0,79	0,85	1,05	>0,05
	$\pm 0,36$	$\pm 0,46$	$\pm 0,33$	$\pm 0,24$	$\pm 0,28$	$\pm 0,42$	

Con respecto a los rendimientos porcentuales de la canal al día 14 para cada tratamiento, no se observan diferencias significativas ($p>0,05$) para ninguna de las variables, lo que es concordante con la falta de efecto de los tratamientos sobre el peso de las mismas piezas anatómicas. De manera que el uso HPP solo y mezclado con HPV, no tendría relación directa en un mayor o menor rendimiento porcentual de los distintos componentes de la canal al día 14.

Sin embargo, hay dos tratamientos que usaron HPP (MX-100® y Ep400+GM) que tendieron a mostrar registros levemente superiores al CTRL para las variables peso pectoral/peso pechuga (%) y peso pectoral/peso vivo. Lo que concuerda con Kemp y Kenny, 2003a, quienes postulan que el rendimiento de la pechuga de pollo mejora cuando se utilizan niveles altos de aminoácidos digestibles en la dieta y que su respuesta productiva es más favorable para el rendimiento de la pechuga que para la ganancia de peso vivo.

El tratamiento Ep400+GT, al ser analizado en relación a las variables porcentuales, muestra nuevamente un comportamiento que tiende a ser negativo. Sus registros, lo ubican como el tratamiento con menor relación porcentual para las variables peso pectoral/peso pechuga y peso pectoral/peso vivo. Estos datos aunque no conclusivos por no tener un efecto significativo, no concuerdan con los resultados obtenidos por Maucher, 2007, quien indica que la asociación de HPP con gluten de trigo tendría un efecto positivo y beneficioso sobre los indicadores productivos de los pollos broiler.

En el cuadro 7 se presentan las relaciones entre las variables antes mencionadas.

Cuadro 7. Peso y Rendimientos porcentuales de los distintos componentes de la canal al día 41 de edad, según tratamiento. (Promedios \pm desviación estándar).

VARIABLES	TRATAMIENTOS						
	CTRL	Ep400	MX-100	Ep400 + GM	Ep400 + GT	SYG-200	p
Peso pectoral (Kg)	0,36	0,34	0,35	0,33	0,34	0,35	>0,05
	$\pm 0,04$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,02$	$\pm 0,04$	
Peso gastrocnemio+ peroneo (Kg)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	>0,05
	$\pm 0,0001$	$\pm 0,0017$	$\pm 0,0014$	$\pm 0,0015$	$\pm 0,0017$	$\pm 0,0021$	
Peso pectoral/ Peso pechuga (%)	80,74	77,55	80,72	79,95	78,37	82,07	>0,05
	$\pm 4,09$	$\pm 3,61$	$\pm 3,66$	$\pm 6,05$	$\pm 4,65$	$\pm 3,54$	
Peso pectoral/ Peso vivo (%)	15,53	14,89	15,48	14,3	14,83	15,58	>0,05
	$\pm 1,42$	$\pm 1,12$	$\pm 1,27$	$\pm 1,31$	$\pm 1,07$	$\pm 1,30$	
Peso gastrocnemio+ peroneo/ peso trutro entero (%)	9,21	8,89	9,27	8,94	8,70	9,09	>0,05
	$\pm 0,89$	$\pm 0,84$	$\pm 0,70$	$\pm 0,71$	$\pm 0,77$	$\pm 0,77$	
Peso gastrocnemio + peroneo/ peso vivo (%)	0,86	0,84	0,86	0,84	0,83	0,86	>0,05
	$\pm 0,06$	$\pm 0,06$	$\pm 0,06$	$\pm 0,07$	$\pm 0,07$	$\pm 0,07$	

No se aprecian diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los distintos tratamientos, para los pesos de los músculos de la carcasa, ni para las variables porcentuales al día 41, lo que concuerda con la situación al día 14. Sin embargo, se observa una tendencia del tratamiento SYG-200, en relación a las variables %

peso pectoral/peso pechuga y %peso pectoral/ peso vivo, a alcanzar registros numéricamente mayores para estas variables.

6.5.- Análisis de las Dietas

Las dietas utilizadas en esta investigación, fueron sometidos a un análisis químico proximal (AQP) (cuadro 9 y 10).

Cuadro 9.- Análisis químico proximal de las dietas de preinicio.

TRATAMIENTOS	ANALISIS QUÍMICO PROXIMAL (%)				
	Prot. Total	Grasa Total	Cenizas	Fibra cruda	Humedad
Control Maíz-Soya	21,64	5,61	6,85	3,41	10,83
Ep400 1,6%	21,82	5,79	6,80	3,21	11,01
MX -100 1.6%	21,62	5,36	6,22	3,52	11,19
Ep400 1,6% + 1.8% Gluten Maíz	22,55	5,44	6,41	2,84	11,08
Ep400 1,6% + 1.8% Gluten Trigo	21,70	5,73	6,20	3,00	11,08
SYG-200 2%	21,60	5,79	6,20	3,57	10,87

Cuadro 10.- Análisis químico proximal de las distintas dietas de inicio, crecimiento y final.

DIETAS	ANALISIS QUÍMICO PROXIMAL (%)				
	Prot. Total	Grasa Total	Cenizas	Fibra cruda	Humedad
Inicio	22,06	5,88	6,55	2,99	10,63
Intermedio	20,20	7,72	5,69	2,59	10,70
Final	13,67	5,42	5,46	2,35	10,39

Los resultados obtenidos concuerdan casi en su totalidad con las cantidades de proteína, grasa, cenizas y fibra cruda usadas en dietas clásicas comerciales para pollos broiler. Cabe destacar que el porcentaje de proteína para la dieta de preinicio, resultó alrededor de 1 punto % por debajo de lo calculado y en la dieta final alrededor de 3 puntos % por debajo de lo calculado. La diferencia entre la composición nutricional de los insumos usados y lo calculado para este estudio, se podría explicar, debido a una diferencia entre los datos tabulados necesario para la realizar la formulación y su composición real de algún(os) de los insumos usados. Lamentablemente, no existen muestras de todos los alimentos usados en esta investigación, que permitan corroborar este supuesto.

6.6.- Análisis Final y Global de los Resultados Obtenidos

Los resultados productivos de la canal que se obtuvieron, fueron los esperables para la línea genética utilizada (Ross 308) de acuerdo a las condiciones experimentales a las que fueron sometidos.

Al comparar los resultados obtenidos entre las dietas que usaron HPP, se puede apreciar un comportamiento diverso.

En relación al Peso vivo, hubo diferencias significativas, sólo al día 14 del estudio, entre CTRL y SYG-200®, entre Ep400® y Ep400+GT, como también entre Ep400® y SYG-200®.

No hubo diferencias estadísticamente significativas para las demás variables relacionadas con la canal, como también para sus respectivos rendimientos porcentuales.

7.- CONCLUSIONES

1. En el presente estudio, no fue posible comprobar la hipótesis planteada
2. La única diferencia estadísticamente significativas que se encontró en el presente estudio, corresponde a la variable peso vivo al día 14 de edad, en que ningún tratamiento supera significativamente al CTRL y el control supera numéricamente a tres tratamientos y significativamente a uno (SYG-200®).
3. El uso de HPP, presenta efectos variables al ser incluidos en dietas de preinicio en pollos broiler y la mezcla con proteína vegetal no favorece estos efectos.

4. En relación específica a los rendimientos porcentuales para los distintos componentes de la canal, no hubo diferencias estadísticas, entre el CTRL.(Maíz- soya) y las dietas que usaron HPP con o sin suplementación
5. Los HPP probados, no lograron ejercer ningún efecto positivo sobre el crecimiento de grupos musculares que dan el mayor valor comercial a trozo comercializables del pollo broiler.
6. Los HPP estudiados, no cumplen con las condiciones necesarias para producir los efectos esperados.

9.- BIBLIOGRAFÍA

1. **ABARCA, M.** 2000. Evaluación nutricional y productiva de harinas de subproductos de la industria salmonera en pollos broiler. Tesis Médico Veterinario. Santiago, Chile. U. de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. 55 h. (Tesis)
2. **APA- ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES AVICOLAS DE CHILE.** 2008. Descripción del sector avícola. [en línea]. http://www.apa.cl/index/plantilla1.asp?id_seccion=2&id_subsecciones=8 [consulta: 7 marzo 2008].
3. **ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST (AOAC).** 2002. Official Methods of analysis. 17 Ed. Editado por Dr. William Horwitz. EEUU.
4. **AUSTIC, R.** 1985. Development and adaptation of protein digestion. Journal Nutrition. 115(5): 686-697. (pp39)
5. **BARANYLOVA, E. ; HOLMAN, J.** 1976. Morphological changes in the intestinal wall in fed and fasted chickens in the first week after hatching. Acta Veterinaria Brno 45: 151-158. (pp24).
6. **BEHNKE, K; BEYER, S.** 2000. Effect of feed processing on broiler performance. **In:** VIII Seminario Internacional de Patología y Producción Avícola. Santiago, Chile. .[en línea]. <<http://www.veterinaria.uchile.cl/publicacion/VIIIpatologia/SEMINARIOS/semi2.pdfhtm>> [consulta:31 Julio 2007]
7. **BELYAVIN, C.; PIKE, I.** 1995. Los pollos broiler crecen mejor cuando se les agrega harina de pescado en la dieta. Ifoma Fish Meal Flyer 21. (tesis de abarca, h5).

8. **CÉSPED, R.** 2008. Efecto de la incorporación de hidrolizados de pescado en dietas de pre-inicio en pollos broiler machos, indicadores productivos y de canal. Tesis Médico Veterinario. Santiago , Chile. U de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. 38h.
9. **DINIZ, F.M.; MARTÍN, A.M.** 1997. Fish protein hydrolysates by enzymatic processing . Agro Food Industry Hi-Tech. May/Jun:9-13
10. **EGAÑA, J.I.** 2002. Proteínas. 3ª Edición Revisada. U. de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. Depto. Fomento Producción Animal.pp 1-23. (Serie Apuntes Docentes 055/2002).
11. **GEYRA, A.; UNI, Z.; SKLAN.** 2001. The effect of fasting at different ages on growth and tissue dynamics in the small intestine of the young chick. British Journal of Nutrition. 86: 53-61.
12. **GONZÁLEZ, J.** 2000. Influencia de algunas características de composición de ingredientes alimenticios en la productividad de broiler. [en.línea].<http://www.veterinaria.uchile.cl/publicacion/congreso/xi/prafesional/aves/3.doc> [consulta:31 Julio 2007]
13. **GUADIX A, GUADIX E.M.; PÁEZ-DUEÑAS, M.P.; GONZÁLEZ-TELLO, P.; CAMACHO, F.** 2000. Procesos tecnológicos y métodos de control en la hidrólisis de proteínas. Ars Pharmaceutica. 41(1): 79-89.
14. **HAVENSTEIN, G.B.; FERKET, P.R.; SCHEIDLER, S.E.; LARSON, B.T.** 1994. Growth, livability, and feed conversion of 1957 vs. 1991 broilers when fed “typical” 1957 and 1991 broiler diets. Poultry Science. 73:1785-1794 (citado por BEHNKE, K; BEYER, S. 2000. Effect of feed processing on broiler performance. In: VIII Seminario Internacional de Patología y Producción Avícola. Santiago, Chile. [en línea]. <<http://www.veterinaria.uchile.cl/publicacion/VIIIpatologia/SEMINARIOS/semi2.pdfhtm>> [consulta: 31 Julio 2007]

15. **IJI, P.A.; SAKI, A.; TIVEY, D.R.** 2001. Body and intestinal growth of broiler chick on a commercial starter diet. 1. Intestinal weight and mucosal development. *British Poultry Sci.*42: 505-513.

16. **JARPA, C.; CASTRO, C.** 1995. Consideraciones para la utilización de altos niveles de harinas de pescado chilenas en la alimentación de pollos broilers. **In:** XIV Congreso Latinoamericano de Avicultura. Santiago, Chile. (tesis abarca, 2000, h)

17. **KEMP, C.; KENNY, M.** 2003a. Alimentación del pollo moderno para mejor. [en línea]
<<http://www.avigen.com/output.aspx?sec=2040&con=2420>>
[consulta: 18 Diciembre 2007].

18. **KEMP, C.; KENNY, M.** 2003b. Precise nutrition for breeders and broilers.[en línea]
<<http://www.avigen.com/output.aspx?sec=2040&con=877&siteId=1>>
[consulta: 18 Diciembre 2007].

19. **KREHBIEL, C.R.; MATTHEWS, J.C.** 2003. Absorption of amino acids and peptides **In:** D`Mello,J.P.F. Amino acids in animal nutrition. 2ªEd. Cabi Publishing. London, UK. p41-70.

20. **KRISTINSSON H.G, RASCO B.A** (2000). Fish protein hydrolysates: production, biochemical, and functional properties. *Crit. Rev. Food Sci. Nutri.* 40 (1): 43-81.

21. **LAHL, W.J.; BRAUN, E.D.** 1994. Enzymatic production of protein hydrolysates for food use. *Food Technology.* 28: 68-71.

22. **LEIVA, C.** 1992. Efectos clínicos, patológicos y productivos de una harina de pescado inductora de vómito negro, sobre gallinas white leghorn en producción. Tesis Médico Veterinario. Santiago, Chile. U. de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. 111h.
23. **LENHARDT, L.; MOZES. S.** 2003. Morphological and functional changes of the small intestine in growth-stunted broilers. *Acta Veterinaria Brno.* 72: 353-358.
24. **MAcLEOD, M.G.; McNEILL, L.; KIM, J.H.** 2003. Food intake, weight gain, food conversion ratio, breast muscle weight and abdominal fat weight in broiler chickens fed on diets of varying quality. *British Poultry Science.* 44: S28-S30.
25. **MAIORKA, A.; SANTIN, E.; DAHLKE, F.; BOLELI, C.; FURLAN, L.; MACARI, M.** 2003. Posthatching water and feed deprivation affect the gastrointestinal tract and intestinal mucosa development of broiler chicks. *J. Appl. Poult. Res.* 12: 486-492.(pp42)
26. **MAIORKA, A.; FISCHER da SILVA, A.; SANTIN, E.** 2004. Broiler Breeder Age Dietary Energy Level on Performance and Pancreas Lipase and Trypsin Activities of 7-days Old Chicks. *International Journal of Poultry Science* 3: 234-237. (pp42).
27. **MAIORKA, A.; DAHLKE, F.; FURQUIM de AZEVEDO, M.S.** 2006. Broiler adaptation to post-hatching period. *Ciencia Rural, Santa Maria, Colombia.* 36 (2): 701-708. (pp41)
28. **MARTIN, O.; MADRAZO, G.; RODRÍGUEZ, A.;** 2002. Evaluación de dietas de preinicio en el comportamiento productivo de pollos de engorde. *Revista Cubana de Ciencia Avícola.* 26: 151-158.
29. **MARTÍNEZ, O.; MARTÍNEZ, V.** 2006. Proteínas y péptidos en nutrición enteral. *Nutr. Hosp.* 21: 1-14.

30. **MATEOS, G.G.; LÁZARO, R.; GRACIA, M.I.** 2002. Modificaciones nutricionales y problemática digestiva em aves. **In:** XVIII Curso de Especialización FEDNA: “Avances em nutrición y alimentación animal”. Madrid, Espana. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Pp13-37. (pp20)
31. **MAUCHER, K.** 2007. Evaluación de dos hidrolizados proteicos de pescado solos y mezclados con proteína vegetal de dos orígenes, sobre los rendimientos productivos y económicos de pollos broiler. Tesis Médico Veterinario. Santiago, Chile. U de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. 63h.
32. **MILES, R.D.; JACOB, P.** 1997. Fisméal: understanding why this feed ingredient is so valuable in poultry diets. University of Florida. IFAS extention. Edis. PS30. [en línea]
<<http://edis.ifas.ufl.edu/ps/00700.pdf>>
[consulta: 25 Mayo 2008]
33. **MILLÁN, M.T.** 2005. Proyecto “Desarrollo de bio aviar, núcleo proteico para aves en períodos iniciales de crianza”. Santiago, Chile. Profish S.A.3p.
34. **MURAKAMI, H.; AKIBA, Y.; HORIGUCHI, M.** 1992. Growth and utilization of nutrientes in newly-hatched chicks with or without removal of residual yolk. *Growth, Development and Ageing*. 56(2): 75-84.
35. **MURRAY, A.L.; PASCHO, R.J.; ALCORN, S,W.; FAIRGRIEVE, W,T.; SHEARER, K, D.; ROLEY,D.** 2003. Effects of various feed supplements containing fish protein hydrolysate or fish processing by-products on the innate immune functions of juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *Aquaculture* 220, 643-653 (pp2)

36. **NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NRC.** 1994. Nutrient requirements of domestic animals. Nutrient requirements of poultry. 9th ed. National Academy of Sciences Press. Washington, D.C., USA. 155p.
37. **NIR, I.; LEVANON, M.** 1993. Effect of posthatch holding time on performance and on residual yolk and liver composition. Poultry Science. 72: 1994-1997.
38. **NITSAN, Z.; BEN-AVRAHAM, G.; ZOREF, Z.** 1991. Growth and development of the digestive organs and some enzymes in broiler chicks alter hatching. British Poultry Science. 32: 515-523. (pp18)
39. **NOY, Y.; SKLAN, D.** 1995. Digestion and absorption in the young chick. Poultry Science. 74: 366-373.
40. **NOY, Y.; SKLAN, D.** 1998. Metabolic responses to early nutrition. Journal of Applied Poultry Research. 7: 437-451. (pp17)
41. **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. pp: 113-124 (pp11).
42. **NOY, Y.; SKLAN, D.** 2003. Crude protein and essential amino and requirements in chicks during the first week posthatch. British Poultry Science. 44: 266-274
43. **ODALYS, M.; MADRAZO, G.; RODRÍGUEZ, A.** 2002. Evaluación de dietas de preinicio en el comportamiento productivo de pollos de engorde. Rev. Cubana de Ciencias Avícolas, Habana, Cuba. 26: 151-158

44. **ODEPA- OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS- MINISTERIO DE AGRICULTURA- GOBIERNO DE CHILE.** 2005. Mercado de la carne de ave. [en línea].
<<http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/servlet/contenidos.ServletDetallesScrj;sessionid=B494C423E3E4054315BF0E6BE6BE6E7F49D?idcla=2&idcat=8&idn=1613>>
[consulta: 5 marzo 2007]
45. **ODEPA- OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS- MINISTERIO DE AGRICULTURA- GOBIERNO DE CHILE.** 2006. Situación actual y perspectivas para 2006 en la producción de carnes. [en línea].
<<http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/servlet/contenidos.ServletDetallesScrj;sessionid=B494C423E3E4054315BF0E6BE6BE6E7F49D?idcla=2&idcat=8&idn=1789>>
[consulta: 5 marzo 2007]
46. **ODEPA- OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS- MINISTERIO DE AGRICULTURA- GOBIERNO DE CHILE.** 2007. Mercado de la carne de ave. [en línea].
<<http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/servlet/contenidos.ServletDetallesScrj;sessionid=B494C423E3E4054315BF0E6BE6BE6E7F49D?idcla=2&idcat=8&idn=1948>>
[consulta: 5 marzo 2007]
47. **PRODANIM**, 2006. Producción Avícola Tradicional. [en línea]. <http://www.puc.cl/sw_educ/prodanim/aves/si6.htm>
[consulta: 5 marzo 2007]
48. **PROFISH**, 2007a. [en línea]. Características de Biocp®. [en línea]. <<http://www.profish.cl/espanol/caracteristicas.htm>>
[consulta: 16 Junio 2007].

49. **PROFISH**, 2007b. Usos de Biocp® en aves. [en línea].
<<http://www.profish.cl/espanol/usos03.htm>>
[consulta: 31 Julio 2007].
50. **REFSTIE, S.; OLLI, J.; STANDAL, H.** 2004. Feed intake, growth and protein utilization by post-smolt Atlantic salmon (*Salmo salar*) in response to graded levels of fish protein hydrolysate in the diet. *Aquaculture* 239: 331-349.
51. **RUSHBY, A.** 2003. Primera semana de vida. [en línea].
<<http://www.aviagen.com/output.aspx?sec=2040&con=2075&siteId=1>>
[consulta: 13 Abril 2007].
52. **SELL, J.L.** 1997. Últimos avances en nutrición de aves. **In:** XIII Curso de Especialización FEDNA: “Últimos avances en alimentación de aves”. Madrid, España. Fundación Española para el desarrollo de la Nutrición Animal. pp 267-279. (pp12)
53. **SEMENZA, G.** 1986. Anchoring and biosynthesis of stalked brush border membrane protein: glycosidases and peptidases of enterocytes and of renal tubulli. *Ann. Rev. Cell Biol.* 2: 255-313.
54. **SKLAN, D.** 2000. Development of the digestive tract of poultry. **In:** XXI World Poultry Congress. Montreal, Canadá. August 21-24.
55. **SKLAN, D.; NOY, Y.** 2003. Crude Protein and Essential Amino Acid Requirements in chicks during the first week posthatch. *British Poultry Science.* 44, 266-274.
56. **SOKAL, R.R.; ROHLF, F.J.** 1981. Biometry. The principles and practice of statistics in biological research. 2ª ed. New York, E.E.U.U. Freeman and Company. San Francisco. 859p.

57. **STATISTICAL ANALISYS SYSTEM (S.A.S)**. 2004. Learning Edition 2.0 (2.1.4.0). Licensed to Universidad de Chile, Site 0000514771
58. **STURKIE, P.D.** 1967. Alimentación de aves: Sistema Digestivo del Ave. **In:** Fisiología Aviar. 2ª. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
59. **SUSBILLA, J.P; TARVID, I; GOW, C.B; FRANKEL, T.L.** 2003. Quantitative feed restriction or meal-feeding of broiler chicks alter functional development of enzymes for protein digestion. *British Poultry Science* 44(5): 698-709.
60. **SWATSON, H.; GOUS, R; IJI, P.; ZARRINKALAM, R.;** 2002. Effect of dietary protein level amino balance and feeding level on growth, gastrointestinal tract, and mucosal structure of the small intestine in broiler chickens. *Animal Research*. 51: 501-515. (pp22)
61. **UNI, Z.; GANOT, S.; SKLAN, D.** 1998. Posthatch development of mucosal function in the broiler small intestine. *Poultry Science* 77: 75-82.
62. **UNI, Z.; GEYRA, H.; BEN-HUR, H.; SKLAM, D.** 2000. Small intestinal development in the young chick: crypt formation and enterocytes proliferation and migration. *British Poultry Science*. 41:554-551. (pp33)
63. **VÁSQUEZ, M.; GARCÍA LUNA, P.P.** 2006. Patología renal aguda y crónica. Monografías: “Proteínas en nutrición artificial”. SENPE. Unidad de Nutrición. Hospital Universitario Virgen del Rocío. Sevilla.
64. **VENTURINO, J.** 2006. Manejo de parrilleros en las primeras semanas de vida. Sitio argentino de Producción Animal. [en línea]. <http://www.produccionbovina.com/produccion_avicola/33-manejo_parrilleros.pdf> [consulta: 31 Marzo 2007].

65. **VIOQUE, J.; MILLÁN, F.** 2005. Los péptidos bioactivos en alimentación: nuevos agentes promotores de salud. *Agroscic. CTC. Alimentación* 26: 103-107.
66. **WIJTEN, P.J.A.; PRAK, R.; LEMME, A.; LANGHOUT, D.J.** 2004. Effect of different dietary ideal protein concentrations on broiler performance. *British Poultry Science* 63: 2114-2418.
67. **WU, Y.C.; KELLEMS, R.O. ; HOLMES, Z.A.; NAKAUSE, H.S.** 1983. Effect of feeding four fish hydrolyzate meals on broiler performance and carcass sensory characteristics. *Poultry Science* 63: 2414-2418.
68. **YAMAUCHI, K.; TARACHAI, P.** 2000. Changes in intestinal villi, cell area and intracellular autophagic vacuoles related to intestinal function in chickens. *British Poultry Science* 41: 416-423.
69. **YU, B.; LEE, T.; CHIOU, P.** 2002. Effects of sources of protein and enzyme supplementation on protein digestibility and chyme characteristics in broilers. *British Poultry Science*. 43: 424-431.

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

Ingredientes (%)	Tratamientos Dieta Preinicio					
	Control Maíz- Soya	SH 1,6% (EP-400)	MX-100 1,6%	EP 400 1,6% + 1,8% Gluten Maíz	EP 400 1,6% + 1,8% Gluten Trigo	SYG-200 2%
Maíz	50,24	52,17	52,77	49,56	50,6	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	-	-	-	-	-
Gluten Maíz H.	-	-	-	1,80	-	-
Gluten Trigo H	-	-	-	-	1,80	-
Fosfato (Fosbic)	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
Pescado hidrolizado	-	1,60	1,60	1,60	1,60	2,00
Afrechillo trigo	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
Vit. broiler (1)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Min. broiler (1)	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	0,00	-	0,05
Coccidiostato (**)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Bacitracina (***)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Composición Nutricional Calculada						
Proteína cruda, %	23,22	22,4	22,2	23,6	23,7	22,7
EMAn, kcal/kg	2,95	2,95	2,95	2,95	2,95	2,95
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): Premezcla vitaminas (aporte por kg.): Vit. A: 7000 UI; Vit. D3: 3000 UI; Vit E: 20 UI; Vit. K.; 1500 mg; Vit. B1: 2,5 mg; Vit. B2: 5 mg; Ac. Pantoténico: 11 mg; Niacina: 30 mg; Vit B6: 3 mg; Colina: 650 mg; Ac. Fólico: 0,75 mg; Biotina: 0,15 mg; Vit B12: 0,012 mg; Etoxiquina: 125 mg; Excipientes c.s.p: 2 g. Elaborado por Centrovet, Chile.

(1): Premezcla minerales (aporte por Kg.): 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 Centrovet, Chile

()** : Nicarbazina 25% Polvo Oral. Elaborado por Centrovet Ltda., Chile. Aporte por cada 100 gr.

(*)**: BMD® Bacitracina Metileno Disalicilato 110 Alpharma. Santiago, Chile. Aporte en Kg.

Anexo 2. Composición de las dietas de Inicio (15-23 días), Crecimiento (24 a 35 días) y Finalizador (36 a 42 días de edad).

Ingredientes (%)	DIETAS		
	Inicio 15-23 días	Crecimiento 24 a 35 días	Final 36 a 42 días
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	-----
Coccidiostato	0,05	0,05	-----
Bacitracina	0,05	0,03	-----
Vitamina broiler 2	0,20	0,20	-----
Vitamina broiler 3	-----	-----	0,20
L-treonina	-----	0,01	-----
Mineral broiler 3	-----	-----	0,10
Composición Nutricional Calculada			
Proteína cruda, %	22,8	20,24	16,9
EMAn, kcal/kg	3,00	3,10	3,20
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, %	0,99	0,88	0,74

Anexo 3. Análisis Químico Proximal de los suplementos a utilizar en las dietas

Análisis (%)	Hidrolizado Ep 400	Hidrolizado MX-100	Hidrolizado SYG-200
Proteína	70,0	78,8	71,9
Ceniza	6,6	0,8	7,74
Grasa	16,3	1,6	13,04
Humedad	4,8	7,7	5,76
Fósforo	0,74	0,16	0,59
Calcio (*)	2799,8	358,4	2239,84
Sal	1,7	1,7	3,89
Na	1,9		3,98

Anexo 4. Perfil Aminoacídico de los suplementos (aminoácidos se encuentran expresados como g/100 g de PC)

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

*Información aportada por Profish S.A