



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS**

**ESTUDIO DE LA INCLUSIÓN DE HIDROLIZADOS PROTEICOS DE
PESCADO Y DOS FUENTES DE PROTEÍNA VEGETAL
EN LA DIETA DE PREINICIO DE POLLOS BROILERS: EFECTOS EN
INDICADORES DE CANAL Y EN MÚSCULOS DE PECHUGA Y TRUTRO**

PAMELA ANDREA ARAYA FRIAS

**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**

**ESTUDIO DE LA INCLUSIÓN DE HIDROLIZADOS PROTEICOS DE
PESCADO Y DOS FUENTES DE PROTEÍNA VEGETAL
EN LA DIETA DE PREINICIO DE POLLOS BROILERS: EFECTOS EN INDICADORES
DE CANAL Y EN MÚSCULOS DE PECHUGA Y TRUTRO**

PAMELA ANDREA ARAYA FRIAS

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

NOTA FINAL:.....

	NOTA	FIRMA
PROFESOR GUÍA: ALEJANDRO LÓPEZ VILLANUEVA
PROFESOR CONSEJERO: SERGIO CORNEJO VALDIVIESO
PROFESOR CONSEJERO: JUAN LUENGO LUENGO

**SANTIAGO, CHILE
2009**

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

La realización de esta tesis fue financiada por el proyecto INNOVA (CORFO empresa) N° 204-4285 (2006).

ÍNDICE	Pág.
1.- INTRODUCCIÓN	1
2.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	
2.1 Aspectos Generales del Mercado Avícola Chileno	3
2.1.1 Niveles de Producción a Nivel Nacional	6
2.2 Alimentación y Desarrollo en el Pollo Broiler	7
2.2.1 Alimentación del Pollo en la Actualidad	7
2.2.2 Nutrición Embrionaria	11
2.2.3 Importancia del Saco Vitelino	11
2.2.4 Crecimiento del Pollo Recién Nacido	13
2.2.5 Desarrollo del Tracto Gastrointestinal	14
2.2.6 Desarrollo de las Vellosidades Intestinales	15
2.2.7 Microflora Intestinal	16
2.2.8 Nutrición y Absorción de Nutrientes	18
2.3 Desarrollo y Características de las Enzimas Intestinales	19
2.4 Desarrollo del Intestino Asociado a la Inmunidad	21
2.5 Sistema Termorregulador	26
2.5.1 Temperatura Crítica Inferior	27
2.5.2 Temperatura Crítica Superior	28
2.6 Proteínas	29
2.6.1 Digestión y Absorción	30
2.6.2 Región Gástrica	31
2.6.3 Región Intestinal	31
2.6.4 Calidad Proteica	32
2.6.5 Metabolismo de los Aminoácidos	35
2.6.6 Composición de la Canal	36

2.7 Suplementos Proteicos de Origen Animal	38
2.7.1 Harina de Pescado	38
2.7.2 Hidrolizados Proteicos de Pescado	39
2.7.3 Biocp® y Biosh® en Aves	41
2.8 Fuentes de Proteína Vegetal	43
2.8.1 Gluten de Maíz	43
3.- HIPÓTESIS	45
4.- OBJETIVOS	46
4.1 General	46
4.2 Específicos	46
5.- MATERIALES Y MÉTODOS	46
5.1 Medición de Características de la Canal	48
5.2 Evaluación del Crecimiento de Músculos Pectorales y Gastrocnemio más Peroneo.	49
5.3 Análisis de las Dietas	50
5.4 Análisis Estadístico	50
6.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	51
7.- CONCLUSIONES	66
8.- BIBLIOGRAFÍA	67

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar los efectos de dos tipos de hidrolizados proteicos de pescado solos o mezclados con dos fuentes de proteína vegetal, gluten de maíz, pero de distinto origen, en dietas de preinicio en pollos broiler machos.

La investigación se llevó a cabo en la Unidad Experimental de Producción Avícola de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile.

Se utilizaron 630 pollos broiler machos de la línea genética Ross 308, de 1 día de edad, seleccionados mediante un proceso de estandarización de pesajes, los que fueron distribuidos uniformemente en 30 corrales de piso con 21 pollos cada uno. El galpón poseía ventilación natural, con cortinas laterales y la temperatura fue proporcionada por campanas de gas con control de la temperatura. Los pollos fueron mantenidos con un régimen de alimentación ad libitum y consumo de agua a discreción, con una densidad de 12,5 pollos por m².

El período experimental fue de 43 días durante el cual los pollos recibieron 4 tipos de dietas: preinicio (1-14 días edad), inicio (15-24 días), intermedio (25-35 días) y finalizador (36-43 días). Durante el período de preinicio, las aves recibieron las dietas de acuerdo a los tratamientos que se indican a continuación. Las dietas de inicio, intermedio y finalizador fueron las mismas para todas las aves. El estudio constó de 5 tratamientos con 6 repeticiones cada uno, siendo cada repetición equivalente a un corral. El tratamiento 1 correspondió a la dieta control basada en Maíz-Soya. El tratamiento 2 contenía Biosh® al 3,4% de inclusión (sobrehidrolizado proteico). El tratamiento 3 correspondió a Biocp® al 3,4% de inclusión (hidrolizado proteico). El tratamiento 4 consistió en la mezcla de Biosh® al 1,6% junto con 2% de Gluten de maíz tipo A (fuente de proteína vegetal). El tratamiento 5 también incluyó la mezcla de Biosh® al 1,6% de inclusión pero el Gluten de Maíz fue de tipo B.

Todas las dietas fueron formuladas isoproteicas e isoenergéticas y se presentaron molidas.

Todas las diferentes dietas, según período productivo, se ajustaron a los requerimientos del NRC (1994), y fueron analizadas mediante un análisis químico proximal (AQP).

Los indicadores evaluados fueron peso de canal caliente, peso de pechuga con hueso sin piel, peso de trutro entero derecho sin piel y las relaciones porcentuales respecto al peso vivo y al peso de la canal. Además se registraron los pesos de los músculos pectorales y de dos músculos presentes en el muslo, peroneo más gastrocnemio, y su relación porcentual con el peso de la pieza anatómica correspondiente y con el peso vivo y/o el peso de la canal. Todas las mediciones se realizaron el día 14 y/o el día 44 del ensayo.

Al día 14 en la medición del peso vivo se pudo encontrar valores significativamente superiores con Biosh®+GMB lo que indica su ventaja respecto de esta variable, ($P \leq 0,05$). En el caso del peso de la pechuga el Biosh®+GMB muestra valores superiores al control y con Biosh®+GMA. En el peso de los músculos pectorales también se pudo apreciar una supremacía de Biosh®+GMB respecto al resto de los otros tratamientos, siguiendo exactamente la misma dinámica que el peso de la pechuga. En las variables porcentaje de músculos pectorales en relación al peso de la pechuga, y respecto al peso vivo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, lo mismo en la medición del porcentaje de músculos gastrocnemio más peroneo en relación al peso del trutro ($P \geq 0,05$). En la medición del peso del trutro derecho todos los tratamientos superaron significativamente al control ($P \leq 0,05$), pero sin diferencias entre ellos, ($P \geq 0,05$).

El peso del músculo gastrocnemio más peroneo muestra nuevamente al Biosh®+GMB con el mayor peso y mostrando una significativa superioridad sobre el control y sobre los tratamientos con Biosh® y Biocp® ($P \leq 0,05$). Por último, en la relación porcentual entre el peso de los músculos gastrocnemio más peroneo en

relación al peso vivo el Biosh®+GMB fue el único que superó significativamente al control, pero presentó semejanzas con el Biosh®+GMA, Biocp® y Biosh®, comprobando así su definitiva superioridad en todas las variables de desarrollo muscular al día 14.

Al día 44 el tratamiento con Biosh®+GMB obtuvo el mayor peso vivo pero no produjo un efecto significativo ($P \geq 0,05$). En el caso del peso de la canal, el Biosh®+GMB obtuvo el valor más alto pero sin diferencias estadísticamente significativas ($P \geq 0,05$). En la medición del peso de la pechuga con hueso, nuevamente el Biosh®+GMB obtuvo el mayor valor pero no produjo un efecto significativo ($P \geq 0,05$). En el caso del trutro derecho, se pudo constatar que el mayor peso obtenido fue nuevamente el Biosh®+GMB, sin diferencias significativas ($P \geq 0,05$). En la relación porcentual entre el peso de la pechuga con hueso y el peso vivo no se obtuvieron diferencias significativas ($P \geq 0,05$). En la relación porcentual peso pechuga con hueso con respecto al peso canal no se encontraron diferencias significativas ($P \geq 0,05$). En la relación porcentual peso trutro y peso vivo el Biosh®+GMB obtuvo el mayor valor pero no fue concluyente ($P \geq 0,05$). La relación peso trutro/ peso canal, no mostró efecto de ningún tratamiento ($P \geq 0,05$).

Summary

The objective of the present study was to evaluate the effects of two types of fish protein hydrolysates, alone or mixed with two sources of vegetable protein, corn gluten, but of different origin, in starter diets in broiler male chickens.

The study was carried out at the Avian Experimental Unit of the Faculty of Veterinary and Animal Sciences, University of Chile. 630 male one day old broiler chickens of the Ross 308 genetic line were used. They were chosen by a live weight standardization process and were uniformly distributed in 30 farmyards of 21 chickens each. The barn had natural ventilation and the temperature was provided by gas heaters controlled by an automatic system. Feed and water were ad libitum and density was 12,5 chickens/ m².

The experimental period was 43 days, during which the chickens received 4 different diets: prestarter (1-14 days age), starter (15-24 days), grower (25-35 days) and finisher (36-43 days). During the period prestarter, the birds received the diets according to the treatments to be specified. The starter, grower and finisher diets were the same for all birds. The study consisted of 5 treatments with 6 repetitions each, where one repetition equals one farmyard.

Treatment 1: Control diet based on corn-soy, treatment 2 : Biocp ® at 3.4% of inclusion (hydrolyzed protein), treatment 3 : Biosh® at 3.4% of inclusion (overhydrolyzed protein), treatment 4: Mixture of Biosh® at 1.6% with 2% of type A maize Gluten (vegetable protein source), treatment 5: Mixture of Biosh® at 1.6% with 2% of type B Maize Gluten.

All diets were formulated isoproteic and isoenergetic and they were grinded according to industry standards. The different diets, according to productive period, were adjusted to the requirements of the NRC (1994), and were analyzed by a Proximate Analysis.

The variables considered were weight of hot carcass, weight of breast with bone without skin, right thigh weight without skin and the percentage relations with respect to the live weight and the weight of the carcass. Furthermore the weight of the pectoral muscles and two thigh muscles, peroneo plus gastrocnemio were registered and their percentage relation with the corresponding anatomical piece and with the live weight, and/or with carcass weight were calculated. All measurements were made at day 14 and 44 of age.

At 14th day in the measurement of the alive weight it was possible to find significantly top values with Biosh +GMB what indicates his advantage respect of this variable, ($P \leq 0,05$). In case of the weight of the breast the Biosh +GMB shows values superior to the control and with Biosh +GMA. In the weight of the pectoral muscles also it was possible to estimate Biosh's supremacy +GMB with regard to the rest of other treatments, following exactly the same dynamics that the weight of the breast. In the variables percentage of pectoral muscles in relation to the weight of the breast, and with regard to the alive weight, were not statistically significant differences, the same thing in the measurement of the percentage of muscles gastrocnemio any more peroneo in relation to the weight of the trutro ($P \geq 0,05$). In the measurement of the weight of the trutro all the treatments overcame significantly to the control ($P \leq 0,05$), but without differences between they, ($P \geq 0,05$). The weight of the muscle gastrocnemio more peroneo shows again to the Biosh +GMB with the major weight and showing a significant superiority on the control and on the treatments with Biosh and Biocp ($P \leq 0,05$). Finally, in the percentage relation between the weight of the muscles gastrocnemio more peroneo in relation to the alive weight the Biosh +GMB was the only one that he overcame significantly the control, but he presented similarities with the Biosh +GMA, Biocp and Biosh, verifying this way his definitive superiority in all the variables of muscular development a 14th.

A 44th the treatment with Biosh +GMB obtained the major alive weight but it did not produce a significant effect ($P \geq 0,05$). In case of the weight of the canal, the Biosh +GMB obtained the highest value but without statistically significant differences ($P \geq 0,05$). En the measurement of the weight of the breast with bone,

again the Biosh +GMB obtained the major value but it did not produce a significant effect ($P \geq 0,05$). In case of the trutro, it was possible to state that the major obtained weight was again the Biosh +GMB, without significant differences ($P \geq 0,05$). In the percentage relation between the weight of the breast with bone and the alive weight there were not obtained significant differences ($P \geq 0,05$). In the percentage relation I weigh breast with bone with regard to the weight channel they did not find significant differences ($P \geq 0,05$). In the percentage relation I weigh trutro and alive weight the Biosh +GMB obtained the major value but it was not conclusive ($P \geq 0,05$). The relation I weigh trutro/weight channel, it did not show effect of any treatment ($P \geq 0,05$).

1.- INTRODUCCIÓN

Durante la última década se ha producido un aumento sustancial en el consumo de carne de pollo por parte de la población en comparación con las demás carnes. Esto se debe no sólo a los deseos del consumidor, por tener una dieta más sana y equilibrada, sino también por el menor precio que experimentan actualmente las carnes de pollo y de pavo en relación con las de cerdo y vacuno.

El menor precio de la carne de ave se debe fundamentalmente a la disminución en los costos de producción otorgados por una eficiente implementación de nuevas tecnologías y manejo genético que ha hecho que hoy se pueda entregar un producto de buena calidad al consumidor y diversificar también las formas de presentación del producto, que lo hace aún más apetecido para el consumidor actual.

La optimización de la producción y de la rentabilidad del negocio está siempre presente en los productores y nutricionistas al potenciar la calidad genética de las aves. En la actualidad, la meta del productor es lograr los costos mínimos, pero sin mermar el peso al sacrificio, es decir, se pretende maximizar la rentabilidad por kilo de carne producida.

Debido a los avances genéticos y tecnológicos, hoy se puede obtener un pollo broiler a término en un menor tiempo y maximizando la utilización del alimento.

La nutrición de los pollitos recién nacidos no se conoce en forma exacta. Al nacimiento, los mecanismos de absorción están desarrollados, pero son inmaduros y su capacidad digestiva es limitada, al igual que su sistema inmune.

Durante los primeros días de vida del ave se hace necesaria la incorporación de una dieta balanceada que permita un crecimiento y desarrollo adecuado del sistema digestivo y a su vez del sistema inmune; diversos estudios corroboran la necesidad de entregar un alimento de buena calidad ya que está directamente relacionado con el peso al final del período productivo.

Por esto debido a la importancia que tiene el alimento de preinicio en el desarrollo y productividad del ave es que se estudiará el efecto productivo de dos tipos de alimento de origen marino y dos fuentes de proteína vegetal, como componente de uno de ellos.

2.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1.- ASPECTOS GENERALES DEL MERCADO AVÍCOLA CHILENO

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 la 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 en pollos.

La optimización de la producción y de la rentabilidad es un proceso siempre presente para los productores y nutricionistas que rentabilizan la oportunidad que presenta el potencial genético en aumento. La meta no es lograr costos mínimos sino alimentar a las aves para obtener la mayor ganancia y asegurarse que el potencial genético en aumento se traduzca en un mayor beneficio (González, 2000).

Los broilers son las aves que forman la mayor parte del mercado de la carne. En las aves se habla de líneas genéticas más que de razas, debido a que éstas son híbridas. La obtención de las líneas broiler están basadas en el cruzamiento de razas diferentes, utilizándose normalmente las razas White Plymouth Rock o New Hampshire en las líneas madres y la raza White Cornish en las líneas padres (Prodarim, 2006).

En Chile, desde fines de los años 50 se han desarrollado grandes avances tecnológicos y productivos, tanto para el abastecimiento interno como para los mercados de exportación. Es así como la industria avícola pasó de un sistema de tenencia de muchos productores pequeños al desarrollo de empresas verticales y especializadas en carne y huevo.

De esta forma se ha logrado una gran autonomía en la gestión de la producción y de la entrega al mercado de una gran variedad de productos de alta calidad y valor agregado (Odepa, 2006).

Históricamente el consumo nacional se concentró en las carnes rojas, principalmente bovinos, situación que se revirtió en el año 1995 cuando el consumo de aves se posiciona en el primer lugar entre los distintos tipos de carne.

La producción de carnes de ave ha tenido un desarrollo muy dinámico con aumentos de producción de más de un 65% durante el período 1997-2007 (APA, 2008),

Este crecimiento se debe principalmente a:

1. El mercado chileno ha tenido un crecimiento explosivo de la mano de su industria y de un proyecto de desarrollo país compartido por todos los sectores.
2. Un alto crecimiento de la demanda agregada como resultado del desarrollo del país. El consumo de carnes ha tenido una evolución que ha estado fuertemente influenciada por la evolución del PIB.
3. En el caso de las carnes de aves, este crecimiento se debe fundamentalmente a que la industria avícola nacional invierte en tecnología, procesos productivos y capacitación, con especial preocupación por los temas relacionados con la sanidad animal e inocuidad, trazabilidad, bienestar animal y sustentabilidad medioambiental (APA, 2008).

Actualmente, la carne avícola (pollo y pavo) presenta un consumo de 31,7 kilos per cápita superando tanto a las carnes bovinas (21,4) como las porcinas (17,5) (APA, 2008).

La producción avícola nacional, está geográficamente concentrada; el 95% se ubica entre las regiones quinta y sexta: un 49% de la producción de carne de ave se da en la VI región y un 37% en la región metropolitana.

Además, está concentrada a nivel industrial, existiendo sólo 7 empresas que operan en el país. Cada una de estas empresas está presente en todos los

procesos de la cadena productiva, desde la crianza hasta la distribución, con lo que se puede asegurar un alto nivel de trazabilidad de los productos (APA, 2008).

La orientación de la industria está dirigida principalmente al mercado local, sin embargo, los volúmenes exportados han ido creciendo en los últimos años, tendencia que debiera mantenerse en el futuro (Mumphreys Ltda, 2004).

Dada la exposición a enfermedades de las aves y sus efectos sobre la salud de la población, la actividad productiva de la industria, incluyendo el proceso de alimentación de los pollos, está bajo la fiscalización del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG, 2007).

Los mecanismos de control aplicados por el SAG (2007) a la producción de carnes avícolas son:

1. Sistema de Plantel Avícola Bajo Control Oficial (PABCO), el cual opera desde hace 15 años. Para estos efectos el SAG lleva un registro de los predios donde se crían los animales, acreditando a los médicos veterinarios para desarrollar conjuntamente actividades relacionadas con toma de muestras, prácticas de manejos, detección y vigilancia de enfermedades y buen uso de fármacos.
2. Sistemas de aseguramiento de calidad en plantas procesadoras, a través de controles realizados directamente por veterinarios del propio SAG. (Mumphreys Ltda, 2004).

2.1.1 Niveles de Producción Nacional

La producción avícola ha presentado un crecimiento persistente en los últimos años, salvo en el año 2002 cuando la actividad fue afectada por un brote de influenza aviar. Con todo, la oportuna reacción y las medidas efectivas adoptadas por las empresas productoras, así como por el SAG, permitió dar una rápida solución a la contingencia y revertir la caída en los niveles de producción.

Durante el año 2007 la producción de carnes a nivel nacional alcanzó a 1 millón 339 mil toneladas aproximadamente, de las cuales un 43% correspondió a carne de aves (APA, 2008).

En el año 2007, Chile produjo 580.980 toneladas de carne de ave, compuesta en un 82% por pollo broiler, un 16% por pavo y la diferencia está dada por otras aves. En la última década la producción ha tenido un gran crecimiento, con aumentos promedio de 5% anual (APA, 2008).

Actualmente, el 90% de la producción de aves está destinada al consumo interno, sin embargo, la industria se propone, en el corto plazo, aumentar la participación de las exportaciones.

Del total de carnes consumidas a nivel nacional, el 43,9% corresponde a carne de pollo y pavo. El pollo constituye la carne de mayor consumo per cápita, con prácticamente 27,3 kilos anuales. Este crecimiento se explica por la mejora en la eficiencia productiva del sector, traducida en calidad de procesos y productos (APA, 2008).

El crecimiento de la demanda se explica por una serie de factores que han favorecido el mercado avícola, entre los cuales se destacan:

1. La mayor y mejor cobertura de los canales de distribución de las carnes blancas.
2. La reducción experimentadas por los costos de producción, lo que, producto de la competencia, han sido traspasados a menores precios a nivel del consumidor.
3. La modernización y concentración de los productores, que ha favorecido el acceso a economías de escala lo cual ha llevado a niveles de eficiencias comparables con las mejores compañías de este rubro a nivel mundial.
4. La apertura de la economía, que ha permitido adquirir la genética en los países más avanzados del mundo.
5. Las desventajas de la industria del ganado vacuno (falta de uniformidad en la calidad de la carne ofrecida, inseguridad de obtener calidad e imposibilidad de lograr grados similares de integración vertical) (APA, 2008).

2.2.- ALIMENTACIÓN Y DESARROLLO EN EL POLLO BROILER

2.2.1 Alimentación del Pollo en la Actualidad

La nutrición moderna está continuamente explorando el desafío de la alimentación para obtener mayores beneficios. En consecuencia, las pautas nutricionales están diseñadas para producir el mayor beneficio posible.

Estas estrategias nutricionales toman en cuenta las condiciones propias de cada lugar, los costos de los ingredientes, la oferta y las condiciones de composición, producción y de mercado.

El objetivo ideal será diferente, dependiendo de la empresa y variará con el tiempo, de acuerdo con los cambios en los costos e ingresos que se produzcan.

Se necesita optimizar la rentabilidad del proceso en su conjunto, en lugar de concentrarse en la rentabilidad de cada fase individual del proceso de producción.

Esto cobra mucha importancia en las integraciones. La meta del nutricionista moderno no será lograr costos mínimos, sino alimentar a las aves para obtener la máxima ganancia y asegurarse de que el potencial genético en aumento se traduzca en un mayor beneficio (Profish, 2006).

Para la selección de los pollos, las características genéticas principales son la mejora del peso por edad, la eficiencia de conversión alimenticia y el rendimiento de la pechuga, ya que éstas son las variables que producen mayor beneficio en la producción de pollos. Simultáneamente, en la etapa de cría se asegura que estas variables coincidan con las de viabilidad y fortaleza de patas (Kemp y Kenny, 2003).

La intensificación de la producción de carne por medio de la selección genética para el crecimiento ha dado ya, como resultado, que se consigan broilers que a las cinco semanas de edad pesen más de 2 kilos.

Como las características de rendimiento del crecimiento siguen mejorando y el tiempo que se invierte en alcanzar el peso de mercado disminuye, el período de desarrollo embrionario representa una gran proporción de la vida del ave. De ahí que, paralelamente a la selección genética, vayan asumiendo mayor relevancia otros aspectos tales como las manipulaciones ambientales en el embrión o en los primeros días después del nacimiento a fin de incrementar el crecimiento del músculo y la producción de carne (Kemp y Kenny, 2003).

Obtener el máximo beneficio de la alimentación del pollo es un desafío continuo para los especialistas en nutrición ya que:

- Los costos de alimentación del pollo representan un 60-70% del costo total de producción y, en consecuencia, es muy sensible a las oscilaciones del precio de las materias primas.

Las especificaciones más rentables en la alimentación dependen de la variedad de productos que emplee la empresa y del tipo de producto final, ya sea, entero, eviscerado o en porciones, y de sus precios.

Por ejemplo, el peso por edad, la ECA (Eficiencia de Conversión Alimenticia) y el rendimiento de pechuga del pollo mejoran cuando se utilizan niveles más altos de aminoácidos digestibles en la dieta. El rendimiento de la pechuga responde mejor con altos niveles de aminoácidos digestibles en la dieta, que el peso por edad y la ECA. Por consiguiente, las empresas cuyo negocio principal es la venta del pollo trozado, maximizan su beneficio, cuando utilizan niveles relativamente más altos de aminoácidos digestibles en las dietas (Kemp y Kenny, 2003).

Para obtener el mayor beneficio, el nutricionista al elaborar las dietas, tendrá en cuenta el potencial genético en aumento, los costos de las materias primas, y las necesidades metabólicas del pollo (Kemp y Kenny, 2003).

Debido a los avances genéticos y de manejo del pollo, el tiempo y el alimento necesario para producir un pollo de dos kilogramos disminuye constantemente. Por esta razón, el período de inicio representa, hoy en día, una mayor proporción del ciclo de crecimiento, dando mucha importancia a una dieta de buena calidad en este período.

La experiencia práctica y de investigación muestra claramente el provecho de utilizar un 10% más de aminoácidos digestibles en la dieta de inicio:

1. El peso corporal a los 10 días aumenta 10 gr.
2. El peso corporal al momento del sacrificio aumenta de 30 a 50 gr.
3. El rendimiento en carne de pechuga aumenta un 0,2%.
4. La uniformidad se incrementa (Kemp y Kenny, 2003).

Hoy se maneja el concepto de una dieta de preinicio (0-14 días), que representa únicamente el 6-7% del total de alimento consumido.

La estrategia de nutrición más rentable para el período de preinicio es maximizar el crecimiento inicial, en especial durante los primeros cinco días de vida, edad en que el crecimiento de los pollos expresado proporcionalmente al peso vivo, alcanza su máximo (Loyola, 2008).

Esto cobra importancia en todas las empresas avícolas modernas, y muy particularmente, en la producción de aves pequeñas, en condiciones adversas, o cuando la obtención de carne de pechuga es una prioridad. Los avances en el rendimiento de los reproductores y los pollos cambiarán las respuestas de nutrición futuras y, por lo tanto, influirán en la estrategia de nutrición que más rentabilice el beneficio. Esto subraya la importancia de los productores avícolas y nutricionistas a la hora de explorar el potencial genético tanto del reproductor como del pollo comercial moderno y elaborar especificaciones a la medida, en sintonía con los últimos avances (Kemp y Kenny, 2003).

2.2.2 Nutrición Embrionaria

En General, el huevo está constituido por un 58,5% de albúmina, 31% de yema, 10,5% de cáscara y baja proporción de carbohidratos. Esta composición química puede variar según la edad del reproductor, nutrición del reproductor y línea genética (Maiorka y Dahlke, 2006).

A pesar de estas variaciones en la composición del huevo, se sugiere que el embrión de broiler recibe alrededor de 40 g de agua, 7 g de proteína y 5 g de lípidos durante la fase embrionaria. En este período, el saco vitelino constituye la única fuente de energía, que también proporciona vitaminas liposolubles, ácidos grasos esenciales, lípidos y fosfolípidos requeridos para la formación del tejido embrionario (Maiorka y Dahlke, 2006).

El embrión utiliza los nutrientes del saco vitelino como partículas de lipoproteínas, que atraviesan la célula endodérmica de los vasos sanguíneos para llegar a las células de los tejidos embrionarios. A pesar de que algunas proteínas pudieran utilizarse intactas, la mayoría de ellas se utiliza como aminoácidos, debido al aumento de la actividad proteínasa con el desarrollo del embrión (Maiorka y Dahlke, 2006).

2.2.3 Importancia del Saco Vitelino

Se asume que el saco vitelino juega un papel fundamental en la protección del aparato digestivo y en el desarrollo corporal en los primeros tres días después del nacimiento. La función principal del saco vitelino es la de ser la primera fuente de nutrientes durante los primeros días post eclosión del pollo, proporcionando los elementos necesarios para el desarrollo de la mucosa (Noy y Sklan, 1999).

Tras la eclosión del huevo, los pollos no están preparados para afrontar el entorno que les rodea.

Durante el desarrollo embrionario la yema constituye la única fuente energética. El día 19 de incubación, la yema restante es internalizada dentro de la cavidad abdominal, desde donde continúa suministrando energía 4 a 5 días tras el nacimiento (Uni et al, 1998).

Este período de transición, desde la absorción embrionaria de la yema a la utilización de alimento, se acompaña de muchos cambios en los procesos de desarrollo. Estos incluyen la maduración de la regulación térmica y el inicio de la competencia inmunológica, además de cambios en los patrones de crecimiento de los órganos de suministro y demanda. Además de aumentar el peso de los órganos digestivos, es esencial para la actividad secretora del páncreas alcanzar un máximo crecimiento en una edad temprana. La falta de hidrólisis enzimática pancreática en el lumen intestinal disminuye la digestibilidad aparente de los componentes alimenticios y reduce el crecimiento (Nitsan et al, 1991).

El saco vitelino contiene un 16-35% de grasa y un 20-25% de proteína en el momento de la eclosión. La digestión de los lípidos del saco vitelino puede ser clarificada siguiendo los cambios que ocurren en las fracciones lipídicas del intestino en los primeros momentos tras la eclosión. Los lípidos del saco vitelino son fundamentalmente triglicéridos y fosfolípidos con pequeñas cantidades de ésteres de colesterol y ácidos grasos libres (Noy y Sklan, 1999).

La utilización de los lípidos del saco vitelino se produce en un lapso de 3 a 5 días, ocurriendo el principal aprovechamiento 2 días posteclosión (Penz y Vieira, 1998).

Por otra parte, el saco vitelino contiene sustancias de apoyo a la salud intestinal. La inmunidad pasiva se deriva de las inmunoglobulinas de la proteína de la yema, aunque los ácidos grasos n-3 y las vitaminas liposolubles pueden modular la respuesta inmune.

Los contenidos del saco vitelino se utilizan de dos maneras: por absorción a través de las membranas del saco vitelino y por secreción en el lumen intestinal, seguido de la digestión y absorción en el intestino (Noy y Sklan, 1997).

El saco vitelino se reabsorbe más rápidamente en pollos que reciben precozmente alimento que en los que permanecen en ayuno, lográndose en los primeros, mayores índices de crecimiento (Noy y Sklan, 1997).

Por tanto, los pollos jóvenes deben obtener y utilizar los nutrientes de la dieta en forma eficiente y rápida poco tiempo después de la eclosión (Sell, 1997).

Resulta por lo tanto errónea la recomendación de recibir a los pollos sólo con agua y retrasar el suministro de alimento, o retenerlos en la planta de incubación por diversos motivos, en virtud de las reservas nutritivas que proporciona el saco vitelino (González, 2000).

El saco vitelino es una herramienta formidable de supervivencia con la que la naturaleza ha dotado a las aves para enfrentar los momentos críticos entre el nacimiento y el hallazgo de alimento, pero no lo es para cumplir con las exigencias de ganancia de peso inicial que se les impone a los pollos en un régimen intensivo (González, 2000).

2.2.4 Crecimiento del Pollo Recién Nacido

Durante los últimos 40 años, la edad de sacrificio se ha reducido aproximadamente en un día cada año.

Esta tendencia continúa y destaca la importancia del crecimiento durante la primera semana de vida, que actualmente constituye el 16% del ciclo de vida (Nitsan et al, 1991).

2.2.5 Desarrollo del Tracto Gastrointestinal

Los primeros días después del nacimiento y hasta aproximadamente los 14 días de edad, el tubo digestivo y sus órganos asociados experimentan cambios significativos tendientes a permitir una adecuada transición desde una alimentación embrionaria dependiente fundamentalmente de los lípidos y proteínas del huevo hacia una dieta rica en carbohidratos, proteínas y grasa (González, 2000).

Tras la eclosión, las aves comienzan a picotear y aprenden a asociar el picoteo con ingesta y alimentación en el día 3 post nacimiento (Bar-Shira y Friedman, 2005).

La utilización eficiente de alimento exógeno depende del desarrollo de las estructuras y funciones intestinales necesarias. Las prácticas usuales de la industria avícola se traducen en 24 a 48 horas de transición entre el nacimiento y la puesta de las aves en la granja. De esta manera, se retrasa el acceso al alimento y esto puede reducir el crecimiento del ave por la disminución del desarrollo de la mucosa intestinal (Uni et al, 1998).

En el período inmediatamente posterior al nacimiento los intestinos están sujetos a enormes cambios morfológicos y funcionales que se traducen en un aumento de la superficie de absorción intestinal y masa relativa. El intestino delgado y los ciegos aumentan de peso más rápidamente que toda la masa corporal, siendo este crecimiento relativo máximo a los 6-10 días de edad. El crecimiento temprano de los intestinos ocurre tanto en presencia como en ausencia de alimento, aunque en ausencia de alimentación exógena el crecimiento absoluto y el relativo son inferiores (Bar-Shira y Friedman, 2005).

Los intestinos de las aves crecen en proporción directa a los aumentos de las tasas metabólicas, relacionadas con la edad.

Además los patrones de crecimiento intestinal están correlacionados con patrones de tasas de crecimiento de todo el cuerpo.

King y otros sugirieron que en estas especies, la rápida hiperplasia intestinal es un prerrequisito para el rápido y sostenido crecimiento post-nacimiento (Bar-Shira y Friedman, 2005).

2.2.6 Desarrollo de las Vellosidades Intestinales

Al nacimiento, las vellosidades del intestino delgado son pequeñas y las criptas no son detectables en los espacios intervallosos. En las primeras horas post-nacimiento las criptas comienzan a formarse, tornándose bien definidas alrededor de los 2 a 3 días de edad (Bar-Shira y Friedman, 2005).

El número de criptas aumenta rápidamente tras el nacimiento y al mismo tiempo se produce un proceso de hiperplasia en la región de las criptas, alcanzando una meseta luego de 48 a 72 horas (Uni et al, 1998).

Las criptas aumentan en tamaño, como se estima por el número de células por cripta a las 48 horas post-nacimiento en el pollo alimentado y mesetas en la tasa de crecimiento tras 48 horas. Inmediatamente después del nacimiento, los enterocitos aumentan rápidamente en longitud y desarrollan una marcada polaridad.

Los cambios ocurren en la superficie de absorción del intestino delgado e intestino grueso, alcanzando una meseta dentro de dos semanas tras el nacimiento. Los patrones de desarrollo difieren entre los segmentos intestinales; el duodeno y el yeyuno continúan desarrollándose después de que el ileon ha alcanzado un número constante de criptas por vellosidad.

También se observan cambios en la diferenciación de enterocitos, tasa de proliferación, proporción de células proliferativas dentro de las vellosidades y las dinámicas a lo largo del eje cripta-vellosidad (Bar-Shira y Friedman, 2005).

Es así como en la mucosa intestinal ocurre un continuo proceso de renovación a medida que las células proliferativas en las criptas de la mucosa se diferencian predominantemente en enterocitos, los que migran a las vellosidades y se descaman en el lumen desde la punta de las vellosidades. Durante este proceso de migración, los enterocitos adquieren funciones diferenciadas en cuanto a digestión, absorción y secreción de mucina.

Durante los 5 días iniciales posteriores al nacimiento, se establece el eje cripta/vellosidad, con un área marcada de proliferación y migración constante de enterocitos (Uni et al, 1998).

2.2.7 Microflora Intestinal

La microflora intestinal es una parte integral del sistema digestivo de todos los animales. Las bacterias gastrointestinales obtienen la mayor parte de su energía para reproducción y crecimiento a partir de los componentes de la dieta que son o bien resistentes al ataque de las enzimas digestivas, o bien absorbidos tan lentamente que las bacterias pueden competir con éxito por ellos.

Las especies bacterianas difieren en relación a sus preferencias de sustratos y a sus necesidades para el crecimiento. Por ello, la composición química y la estructura de la dieta determina ampliamente la distribución de la flora microbiana en el tracto intestinal (Apajalahti y Kettunen, 2002).

La flora bacteriana en un momento de tiempo dado refleja, entonces, la capacidad de cada grupo bacteriano para competir frente a otros grupos y frente al sistema de defensa del huésped en determinadas condiciones físicas y químicas del medio.

Viceversa, la habilidad del sistema digestivo para digerir y absorber nutrientes es, en parte, dependiente de la distribución de especies y de la población total de microorganismos residentes. Por ello, los cambios en la composición de la dieta o en la densidad de nutrientes pueden tener efectos muy importantes sobre la población microbiana intestinal, lo que a su vez influye en la habilidad de los animales para digerir y absorber nutrientes (Apajalahti y Kettunen, 2002).

En el nacimiento, el tracto gastrointestinal del pollo aún está libre de microorganismos. Sin embargo, tras el nacimiento, un número significativo de microorganismos invade y coloniza el tracto gastrointestinal desde la boca al ciego.

El equilibrio del ecosistema microbiano en el intestino proximal se alcanza en la segunda semana de vida, aunque este período es más largo en el ciego (Maiorka y Dahlke, 2006).

La microflora inicial de la molleja está compuesta por un gran número de microorganismos areobios y anaerobios facultativos como lactobacilos, estreptococos y enterobacterias. La composición de la microflora de la molleja cambia gradualmente en los días siguientes a una proporción más alta de anaerobios facultativos y especies bacterianas (Maiorka y Dahlke, 2006).

En el buche predominan lactobacilos, que producen pH ácido, lo que sólo permite la colonización de muy pocas bacterias.

Por otro lado, debido a su pH neutro, la colonización del intestino delgado permite un número mayor, aunque el ciego es considerado el segmento gastrointestinal con el mayor número de microorganismos (Maiorka y Dahlke, 2006).

La microflora gastrointestinal se encuentra de dos maneras, asociada al epitelio o libre en el lumen intestinal.

Su importancia se relaciona con los mecanismos de exclusión competitiva de patógenos, debido especialmente a la producción de ácido láctico y un proceso no comprendido totalmente de estimulación inmune, que es beneficioso para la salud intestinal del ave (Maiorka y Dahlke, 2006).

2.2.8 Nutrición y Absorción de Nutrientes

La absorción de nutrientes por parte del intestino delgado se produce tras la hidrólisis de macromoléculas, que es efectuada inicialmente por hidrolasas gástricas, luego pancreáticas y finalmente del borde en cepillo. El inicio de las secreciones gástricas y pancreáticas ocurre antes del nacimiento y aumenta con la ingesta de alimento después de la eclosión.

Por el contrario, las enzimas del borde en cepillo parecen tener diferentes patrones temporales de desarrollo antes e inmediatamente después del nacimiento. Así, los lípidos son bien absorbidos cerca del nacimiento, mientras que la absorción de glucosa y metionina aumenta después del nacimiento, siendo estimulada por la ingesta de alimento. Además, se ha establecido que el desarrollo funcional del intestino como órgano digestivo y de absorción está estrechamente relacionado a su desarrollo como órgano linfóide importante (Bar-Shira y Friedman, 2005).

2.3 DESARROLLO Y CARACTERISTICAS DE LAS ENZIMAS INTESTINALES

Las enzimas intestinales son responsables de la digestión terminal de la mayoría de las macromoléculas dietarias y desempeñan un rol vital en la regulación de la cantidad de nutrientes disponibles para la absorción. Además de la digestión, algunas de las enzimas pueden estar involucradas en otras funciones, incluyendo el transporte de nutrientes desde el intestino, recepción de señales dentro de las células y regulación de la diferenciación y crecimiento de las células (Saki et al, 2001).

La asimilación de nutrientes depende de su digestión y absorción por parte del tracto gastrointestinal. La eficiencia global de la digestión y absorción de macromoléculas requiere suficiente hidrólisis enzimática en los sitios de asimilación. Cuando aumenta la ingesta de alimento, como en el pollo recién nacido, puede ser necesaria una mayor actividad enzimática o un mayor tiempo de retención para la hidrólisis en el intestino delgado (Noy y Sklan, 1997).

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

Marchaim y Kulka (1967) determinaron que la actividad específica de la alfa amilasa pancreática alcanzaba su máximo 4 días después de la eclosión en pollos (citado por Noy y Sklan, 1997). La digestibilidad de los carbohidratos es de un 85% a los 4 días de edad sin experimentar cambios significativos posteriormente.

La actividad de la lipasa pancreática alcanza su máximo a los 16 días después del nacimiento donde alcanza un plateau, por lo que podría ser un factor limitante de la digestión de lípidos en aves jóvenes (Noy y Sklan, 1997).

La tripsina y quimiotripsina pancreáticas tienen una actividad muy reducida después del nacimiento, sin embargo, alcanzan su máxima actividad 10 días después. La digestibilidad de las proteínas mejora de 78% a 90% desde los 4 a 21 días de edad, consecuentemente el aprovechamiento de la proteína es más limitante que la de los carbohidratos o lípidos en el pollo recién nacido (Noy y Sklan, 1997).

La secreción de proteasas pancreáticas después del nacimiento, junto con el desarrollo de la actividad hidrolítica de péptidos en la superficie de los enterocitos del lumen intestinal, no sólo depende de la edad de los pollos sino también del inicio del consumo de alimento (González, 2000).

La actividad generalmente alta de disacaridasas, especialmente maltasa, es un reflejo de la naturaleza de la dieta del pollo broiler en la que predomina los carbohidratos. La saliva de las aves es deficiente en amilasa por lo que las carbohidrasas pancreáticas e intestinales desempeñan un rol muy importante en la digestión de los azúcares ingeridos (Saki et al, 2001).

Pollos en ayuno muestran cambios menores en la actividad de tripsina u alfa amilasa pancreáticas, las cuales sólo aumentan luego de consumir alimento (Noy y Sklan, 2003).

En pollos alimentados, la actividad de las enzimas pancreáticas es proporcional al peso vivo y del intestino, lo cual indica que el consumo de alimento gatilla la secreción de enzimas pancreáticas las cuales se liberan a una tasa constante de acuerdo al consumo de alimento y crecimiento corporal (González, 2000).

Además de la digestión luminal, las etapas finales de hidrólisis de nutrientes ocurre por enzimas ancladas a la membrana del borde en cepillo del intestino.

Estas enzimas incluyen disacaridasas (sacarosa, isomaltasa), peptidasas (glutamil transferasa) y fosfatasas (fosfatasa alcalina).

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 juegan un papel importante en proveer de sustratos para el crecimiento (González, 2000).

Los pollos no digieren fácilmente las grasas en los primeros 7 a 14 días de vida. Aparentemente las causas son una actividad insuficiente de la lipasa pancreática y una circulación enterohepática deficiente de las sales biliares lo que lleva a una pobre emulsificación de los lípidos. Los ácidos grasos de cadena corta y/o ácidos grasos insaturados son más aprovechados a esta edad (González, 2000).

Los ácidos grasos saturados no son bien utilizados por los pollos en los primeros 14 días de edad. Se ha planteado que la adición de un emulsificante en los primeros 7 o 14 días de edad puede ayudar en la absorción de las grasas (González, 2000).

En cuanto al grado de insaturación, los ácidos grasos poliinsaturados tiene una digestibilidad mayor al 80% en pollos de 1 a 7 días de edad (González, 2000).

2.4 DESARROLLO DEL INTESTINO ASOCIADO A LA INMUNIDAD

El desarrollo del sistema inmune del broiler comienza durante el período embrionario y continúa tras el nacimiento. Durante los primeros siete días de vida, gran parte de la inmunidad está constituida por los anticuerpos maternos depositados en el huevo antes de la puesta (Maoirka y Dahlke, 2006).

Los principales órganos inmunológicos de las aves son el timo y la bolsa de Fabricio, mientras que los órganos secundarios son el bazo, glándula de Harder, médula ósea y el tejido linfático asociado a la conjuntiva, y a los bronquios y al intestino (Maoirka y Dahlke, 2006).

Estos placas linfoides asociadas a diferentes tejidos desempeñan un papel muy importante en la inmunidad del ave, en especial el tejido linfoide asociado al intestino (GALT), colonizado frecuentemente por diversos patógenos, que permite una respuesta efectiva por parte del sistema inmune.

La bolsa de Fabricio, un órgano esencial para la maduración de linfocitos B y producción de anticuerpos, se ubica estratégicamente en la sección final del tracto gastrointestinal, permitiendo el contacto entre células inmunológicas y antígenos presentes en la dieta (Maoirka y Dahlke, 2006).

Los principales órganos linfoides, tales como el timo y la bolsa, comienzan a desarrollarse en una etapa embrionaria temprana. El timo ya es visible a los 5 días de incubación y a los siete días las células madre dejan el saco vitelino y comienzan a colonizar esta área. Los primeros elementos de la bolsa de Fabricio aparecen al cuarto día de incubación y reciben a las células madre provenientes del saco vitelino al día ocho de incubación. Por el contrario, la respuesta humoral alcanzará su madurez sólo después de la primera semana post nacimiento.

Otros órganos inmunológicos secundarios se desarrollan parcialmente en el nacimiento, pudiendo ser capaces de responder efectivamente sólo diez días después del nacimiento (Maoirka y Dahlke, 2006).

El desarrollo del tejido linfoide asociado al intestino es esencial para la supervivencia del pollito, especialmente durante las dos primeras semanas de vida, cuando los anticuerpos maternos son importantes para la respuesta humoral (Maoirka y Dahlke, 2006).

Es así como después del nacimiento se produce un rápido desarrollo del tejido linfoide asociado al intestino de manera concomitante con el desarrollo de estructuras y funciones digestivas. Este sistema linfático funciona dentro y en conjunto con el tracto digestivo parenquimatoso.

Al nacimiento, el intestino se encuentra poco poblado, tanto de linfocitos como de leucocitos inmunes innatos. El número basal de linfocitos es el resultado de oleadas tempranas de células que migran en el embrión desde el timo y la bolsa de Fabricio. Otras oleadas migratorias de linfocitos ocurren después de los 4 días de vida y continúan en el tiempo de manera intermitente. La inmunidad adaptativa se desarrolla en conjunto con este patrón poblacional de linfocitos. Por lo tanto, en cuanto a inmunidad adaptativa, el intestino se encuentra protegido frente a microorganismos colonizadores durante los primeros días de vida (Bar-Shira y Friedman, 2005).

Hasta la madurez del sistema inmune, gran parte de la actividad inmunológica dentro del tejido linfoide asociado al intestino se concentra en el intestino posterior, específicamente en las tonsilas cecales y bolsa de Fabricio. Una vez establecidas las respuestas inmunológicas, las células relevantes se diseminan de manera sistemática y hacia otras áreas del intestino delgado (Bar-Shira y Friedman, 2005).

El tejido linfoide asociado al intestino es un componente fundamental del tejido linfoide asociado a mucosas (MALT), está compuesto por una intrincada infraestructura de órganos y células inmunes que residen dentro de la capa epitelial y la lámina propia subyacente. Se compone de diversos tipos de células especializadas, incluyendo células inductoras, inmunorreguladoras y efectoras diferentes a las del sistema inmune sistémico (Bar-Shira y Friedman, 2005).

En el pollo el GALT y el bazo son los principales sitios de generación e inducción de respuestas inmunes y a diferencia de otros sistemas inmunes asociados a lúmenes, se enfrenta con dos tipos de moléculas antigénicas:

1. Antígenos inocuos, aquellos que son básicamente nutrientes y como tales no debieran evocar respuestas inmunológicas.
2. Antígenos derivados de patógenos externos o intestinales que debieran evocar respuestas inmunológicas protectoras.

Por lo tanto, el equilibrio entre respuesta y tolerancia en el intestino se encuentra finamente sintonizado y depende en gran medida de la interacción entre las células inmunológicas y las del parénquima intestinal (Bar-Shira y Friedman, 2005).

El GALT se organiza como células inmunes dispersas ubicadas en la capa epitelial del tracto gastrointestinal y lámina propia subyacente; estructuras y agregados linfoides adicionales se localizan en diversos sitios a lo largo del tracto alimentario.

El segmento superior del tracto intestinal y que conduce a la molleja es pobre en estructuras linfoides, con excepción de la tonsila esofágica ubicada en la unión entre esófago y proventrículo y agregados linfoides ubicados en la lámina propia proventricular. Las placas de Peyer se presentan dispersas distalmente en la molleja hacia la unión ileocecal. Los folículos linfoides son abundantes en los ciegos, además de los folículos linfoides principales conocidos como tonsilas cecales localizadas en la región proximal de los ciegos.

El colon está desprovisto de folículos linfoides, pero éstos se tornan abundantes nuevamente en el canal que conduce a la bolsa de Fabricio, órgano linfático ubicado en la región proctodeal de la cloaca (Bar-Shira y Friedman, 2005).

Las regiones mucosas y submucosas del canal de la bolsa están muy pobladas de folículos linfoides. También se encuentran nódulos linfoides aislados en el proctodeo y urodeo (Bar-Shira y Friedman, 2005).

En el pollo, el mayor contacto con la microflora ocurre en el intestino distal, esto se debe a la naturaleza fermentativa de los ciegos y a la afluencia de bacterias por la cloaca gracias a la peristalsis retrógrada. El movimiento retrógrado de la cloaca y colon ha sido explicado como un medio para ampliar la reabsorción de agua a partir de las secreciones renales excretadas por la cloaca.

De acuerdo a este patrón, el desarrollo de folículos linfoides en el intestino está asociado con la colonización del intestino por parte de la microflora.

De este modo, el intestino delgado es relativamente pobre en tejido linfoide organizado como folículos. En la unión ileocecal aparecen numerosos folículos linfoides; en la bolsa de Fabricio podemos encontrar abundantes folículos linfoides en las regiones mucosas y submucosas, además se puede apreciar la convergencia del canal de la bolsa de Fabricio con los espacios entre sus canales lo que amplía la función conceptual de la bolsa, pasando a ser no sólo un órgano de diferenciación de linfocitos B sino que también un nódulo linfático periférico (Bar-Shira y Friedman, 2005).

El desarrollo del GALT después del nacimiento no ha sido estudiado de manera amplia, con excepción del desarrollo de los linfocitos B en la bolsa de Fabricio. Histológicamente, las secciones intestinales en los pollos recién nacidos parecen ser pobres en cuanto a contenido de linfocitos, tanto en elementos adquiridos como innatos. Pruebas más sensibles, como expresión de genes del receptor de células B y T indican que el intestino contiene niveles basales de linfocitos al nacimiento.

Estos niveles basales coinciden con las oleadas tempranas reportadas de emigración de linfocitos T desde el timo y la aparición de linfocitos B periféricos. Funcionalmente, estos linfocitos parecen estar en formas no activadas, ya que la expresión de citoquinas en este período es muy baja. Una oleada mayor, la segunda oleada de población linfoide ocurre después del cuarto día de vida, con dinámicas similares para linfocitos T y B; esta oleada coincide con el desarrollo del parénquima intestinal y con un aumento significativo de la expresión de citoquinas, indicando la presencia de linfocitos completamente maduros (Bar-Shira y Friedman, 2005).

El aumento de la función linfoide en el intestino del pollo depende de la presencia de bacterias y coincide con el desarrollo de enterocitos y vellosidades.

Bar-Shira y otros (2005), demostraron que la maduración funcional del intestino grueso precede la del intestino delgado y es sensible a la falta de alimento; lo que indica que la madurez funcional del intestino se relaciona con la maduración del sistema inmunológico local (Bar-Shira y Friedman, 2005).

Es así como mientras el desarrollo y maduración funcional de los enterocitos es impulsado por la alimentación, el desarrollo del GALT funcional es influenciado mayormente por la exposición a la microflora. De este modo, la maduración funcional del GALT del intestino posterior precede a la del intestino delgado, que no se encuentra tan poblado de bacterias (Bar-Shira y Friedman, 2005).

2.5 SISTEMA TERMOREGULADOR

Al igual que los mamíferos, las aves son homeotermas, lo que significa que su temperatura corporal oscila dentro de límites reducidos, esto considerando pocas variaciones en la actividad física individual o en la temperatura ambiental (Maiorka y Dahlke, 2006).

Los recién nacidos no tienen casi tejido adiposo y poseen además gran parte de su musculatura formada por fibras blancas (pechuga), situación que los lleva a que no puedan producir calor por temblor. Esta situación les genera una gran dependencia de una fuente externa de calor para mantener su temperatura corporal (Macari et al, 1994).

La capacidad de termorregulación recién se desarrolla entre los 10 a 15 días después del nacimiento, acompañada por mayores reservas energéticas, lo que hace que las aves disminuyan sus requerimientos de temperatura ambiente de 35°C al nacer a 24°C a los 28 días y a 21°C a los 42 días (Silva y Nass, 2004).

Por lo tanto se necesita un sistema de control altamente preciso para regular la producción y pérdida de calor en forma simultánea (Maiorka y Dahlke, 2006).

La zona de confort térmico se define como el rango de temperatura ambiental en que la tasa metabólica es mínima y el estado homeotérmico se mantiene con un mínimo costo de energía (Maiorka y Dahlke, 2006).

En este rango de temperatura las aves logran su mayor eficiencia de conversión energética. Por debajo y por encima de este rango nos encontramos con las zonas de temperatura crítica inferior y superior respectivamente (Macari et al, 1994).

2.5.1 Temperatura Crítica Inferior (TCI)

Es frecuente observar que durante las primeras semanas, los pollos se encuentran con temperaturas por debajo de sus necesidades.

En esta situación responden con comportamientos tales como agrupamientos, inmovilidad, abatimiento y para los casos extremos postración bajo la fuente de calor, deshidratación y muerte (Macari et al, 1994).

Los pollos a 22°C doblan la actividad metabólica que realizan a 30°C. Este gasto metabólico implica una gran movilización de carbohidratos y lípidos (Macari et al, 1994).

Las consecuencias de mantener a los pollos en zona TCI son:

1. Menor ganancia de peso
2. Mayor eficiencia de conversión alimenticia (consumo/ganancia de peso)
3. Mayor predisposición a enfermedades metabólicas (Ascitis)

4. Mayor predisposición a enfermedades respiratorias
5. Mayores reacciones después de las vacunaciones
6. Deterioro de las condiciones ambientales de crianza

2.5.2 Temperatura Crítica Superior (TCS)

Especialmente durante los meses de calor, puede suceder que los pollos sean sometidos a temperaturas por encima de los 36°C en plantas de incubación, transporte o granjas de cría.

En este caso, los pollos muestran un comportamiento en la que se los ve alejándose de la fuente de calor, separando las alas del cuerpo y finalmente acostándose sobre la cama y jadeando. En casos extremos llegan a la muerte por deshidratación (Venturino, 2005).

En pollos recién nacidos sometidos a 40°C, la respuesta fisiológica comprende hiperglicemia, hipolipemia, hipercolesteronemia (Macari et al, 1994).

Las consecuencias productivas de mantener a los pollos en zona de TCS son:

1. Menor ganancia de peso
2. Mayor predisposición a enfermedades respiratorias (Venturino, 2005).

El uso de campanas ha significado un gran avance ya que aumentan un 25 a 30% la eficiencia de radiación con respecto a la cerámica. Además su potencia se regula desde un 10 hasta un 100% lo que significa un ahorro de combustible y condiciones estables de temperatura (Silva y Nass, 2004).

2.6 PROTEINAS

Uno de los objetivos de la producción de broiler es maximizar la producción de carne, para alcanzar una eficiencia óptima. La cantidad de proteínas depositadas en la carcasa es el resultado neto de los procesos de anabolismo y catabolismo, que ocurren simultáneamente (Noy y SKlan, 2003).

Las proteínas son el principal componente estructural y funcional de las células y tienen numerosas e importantes funciones dentro del organismo que van desde su papel catalítico (enzimas) hasta su función en la motilidad corporal (miosina), pasando por su papel mecánico (elastina, colágeno), de transporte y almacén (hemoglobina, mioglobina, citocromos), protección (anticuerpos), reguladora (hormonas) (Martínez y Martínez, 2006).

Se clasifican atendiendo a distintos puntos de vista como son: solubilidad, composición, forma, propiedades físicas, función, estructura tridimensional, etc (Martínez y Martínez, 2006).

La importancia de la proteína presente en la dieta se debe a su capacidad de aportar aminoácidos para atender al mantenimiento de la proteína corporal y al incremento de esta durante el crecimiento (Martínez y Martínez, 2006).

Existen 9 aminoácidos que las aves no son capaces de sintetizar por lo que se consideran esenciales, estos son: arginina, lisina, metionina, leucina, isoleucina, fenilalanina, treonina, valina y triptófano. La histidina, glicina y prolina se sintetizan pero en forma insuficiente para cubrir la demanda del ave por lo que se consideran esenciales para las aves menores, por lo tanto estas requieren de un nivel superior de aminoácidos para su crecimiento y depósito de músculos (Klasing, 1998).

2.6.1 Digestión y Absorción de Proteínas

Las proteínas necesitan ser reducidas a dipéptidos o tripéptidos y aminoácidos para ser absorbidas por las células de la mucosa intestinal. Este proceso se lleva a cabo fundamentalmente en el intestino (duodeno y yeyuno), ya que la parte correspondiente a la acción de enzimas proteolíticas en el estómago (pepsina) es escasa. Una vez en el lumen intestinal, la acción de las enzimas pancreáticas (tripsina, quimiotripsina y elastasa) sobre los polipéptidos los degrada a oligopéptidos, que aún han de ser reducidos por las enzimas del borde luminal del enterocito (aminopeptidasas, dipeptidasas y tripeptidasas, dipeptilaminopeptidasas) a aminoácidos y dipéptidos o tripéptidos.

Una vez en el interior de la célula, las peptidasas citoplasmáticas completan el proceso digestivo y los aminoácidos obtenidos pueden seguir varios caminos: participar en el anabolismo del propio enterocito (hasta en un 10% de los aminoácidos absorbidos se utilizan por el enterocito), ser metabolizados o bien ser vertidos intactos al torrente circulatorio.

El transporte al exterior celular se realiza mediante distintos sistemas, activos y pasivos, específicos para los distintos tipos de aminoácidos (Vásquez y Luna, 2005).

2.6.2 Región Gástrica

No hay digestión de proteínas en la boca o el buche. Si hay, sin embargo, lubricación y reblandecimiento del alimento por el mucus secretado por la pared del buche y por la saliva de la boca. El proventrículo representa el “estómago glandular” donde los jugos digestivos son secretados. Los jugos contienen ácido clorhídrico y el precursor de la enzima, el pepsinógeno, el cual se convierte en la enzima activa pepsina conforme el pH del alimento disminuye en el proventrículo y la molleja. La condición ácida del proventrículo y la molleja sirve para descomponer la proteína y exponer la mayoría de los enlaces peptídicos sensibles a la pepsina (Leeson y Zubair, 2006).

En la molleja, la ingesta se mezcla aún más con el fluido secretado por el proventrículo, también hay un molido mecánico del alimento facilitado por los ingredientes, como la piedra caliza molida (grit) insoluble, que se pueden añadir a la dieta. El grit proporciona superficies adicionales para moler, al igual que actúa para estimular la motilidad en la molleja, mejorando de esta forma la digestibilidad de las partículas gruesas o del paletizado (Leeson y Zubair, 2006).

2.6.3 Región Intestinal

El páncreas produce fluidos que contiene zimógenos que se convierten a su forma activa en los sitios de digestión.

El tripsinógeno se activa a tripsina en el duodeno por la enteroquinasa, enzima secretada por la mucosa intestinal. Una vez iniciado, este proceso es autocatalítico y la tripsina formada así inicia la activación de los otros zimógenos.

Por lo tanto, la tripsina es una parte central en el desarrollo de la actividad de la proteólisis completa. En el duodeno, la tripsina, quimiotripsina y elastasa catalizan la descomposición de las proteínas, peptonas y péptidos a péptidos más pequeños y aminoácidos (Leeson y Zubair, 2006).

2.6.4 Calidad Proteica

Para lograr una síntesis adecuada de proteínas por parte del organismo, es fundamental que la dieta aporte los aminoácidos necesarios en la proporción suficiente y de forma simultánea.

Esto se debe a que la única fuente de nitrógeno necesario para la síntesis del grupo amino en el organismo se obtiene de la digestión de las proteínas; sin embargo entre las proteínas existe gran heterogeneidad, y en función de su composición se clasifican en proteínas de menor o mayor calidad (Martínez y Martínez, 2006).

La calidad de una proteína (o una fuente proteica) se define como la capacidad de esa fuente proteica para cubrir los requerimientos de nitrógeno y aminoácidos de un determinado animal. En otras palabras, la calidad proteica se refiere a la medida en que los aminoácidos de la dieta pueden utilizarse para la síntesis proteica (Martínez y Martínez, 2006).

Cuando se determinan los requerimientos nutricionales de aminoácidos (y por tanto de proteínas), se suelen expresar como ingestas totales, sin tener en cuenta el hecho de que no todos los aminoácidos presentes en el alimento, pueden ser absorbidos y utilizados.

El concepto de biodisponibilidad para cualquier nutriente, incluidos los aminoácidos y otros componentes alimentarios, expresa la proporción de la cantidad total, en este caso de aminoácidos presentes en la dieta, que pueden ser absorbidos y utilizados metabólicamente (Martínez y Martínez, 2006).

La biodisponibilidad tiene 3 componentes: digestibilidad, integridad química y ausencia de interferencias metabólicas.

Desde el punto de vista práctico, el aspecto más importante en la biodisponibilidad de aminoácidos y proteínas es su digestibilidad, aunque los otros dos aspectos también tienen importancia para determinados alimentos y métodos de procesado de ellos. Así, las modificaciones en la integridad química de los aminoácidos, por ejemplo tras tratamiento térmico, afecta su disponibilidad.

Por último, las interferencias metabólicas tienen su importancia ya que las proteínas alimentarias están acompañadas de otros componentes que pueden afectar su disponibilidad; entre estas sustancias podemos citar los alcaloides, fitoestrógenos, hemoaglutininas, etc (Martínez y Martínez, 2006).

Existen numerosos factores que afectan la calidad proteica, además de su composición aminoacídica y sus características digestivas intrínsecas. Factores intrínsecos como la propia fuente proteica, su estructura secundaria, terciaria y cuaternaria o si la proteína misma tiene propiedades antinutricionales.

También se debe tener en cuenta el tipo de procesado al que ha sido sometida y la forma de almacenamiento, la presencia de factores antinutricionales que forman parte del alimento que la contiene.

También existen factores extrínsecos que afectan tanto a la calidad proteica como al aporte adecuado de proteína, entre ellos podemos citar el estado fisiológico y de salud del animal y factores económicos, higiénicos y sanitarios (Martínez y Martínez, 2006).

Respecto al procesado de los alimentos, los tratamientos pueden afectar la funcionalidad de la proteína, modificando su estado físico, hidrolizándola en pequeños péptidos o modificando los aminoácidos que la componen (Martínez y Martínez, 2006).

La presencia de factores antinutricionales naturales (inhibidores de la tripsina, taninos, fitatos, glucosinolados, etc) o formados en el almacenamiento o procesado de los alimentos (lisinoalanina, D-aminoácidos) pueden afectar la utilización digestiva y metabólica de la proteína y por tanto la biodisponibilidad de los aminoácidos, en algunos casos con reducciones de hasta el 50% (Martínez y Martínez, 2006).

Los pollos broiler presentan una alta tasa de crecimiento, particularmente en las tres primeras semanas de vida. Este crecimiento demanda una alta concentración de proteína y aminoácidos digestibles. La energía y los aminoácidos son los factores dietarios más críticos que determinan los costos de alimentación en la industria de pollos broiler. Una composición alimenticia basada en un contenido proteico más bajo de lo que necesita puede suprimir la máxima respuesta de crecimiento (Wijtten et al, 2004).

Bartov y Plavnik (1998) postulan que el nivel de proteína en la dieta o la relación energía-proteína tiene un efecto determinante en la ganancia de peso vivo y la eficiencia de conversión alimenticia de broilers, los que se ven favorecidos gracias a que estos nutrientes permiten mejorar la función enzimática digestiva, además ejerce influencia sobre la calidad de canal, rendimiento de carne y contenido de grasa (Citado por Noy y Sklan, 2003).

Alimentar con alta calidad de proteína cruda puede llevar a un gran aumento del crecimiento inmediatamente después del nacimiento (Noy y Sklan, 2003).

La mayor ventaja de formular dietas en base a aminoácidos digestibles es que permite utilizar niveles más elevados de ingredientes proteicos con menor digestibilidad de aminoácidos.

El formular con aminoácidos digestibles aumenta el rango de ingredientes que pueden ser incorporados eficientemente en la dieta, mejorando la precisión de la formulación y permitiendo predecir en forma más confiable el resultado productivo (González, 2000).

El peso vivo, índice corporal y rendimiento de pechuga mejoran cuando se utilizan niveles más altos de aminoácidos digestibles en la dieta. Cuando hay un 10% más de aminoácidos digestibles en la dieta de preinicio, el peso corporal a los 10 días aumenta 10 g. más, lo que se traduce en un aumento de 30 a 50 g, al momento del sacrificio y el rendimiento en carne de pechuga aumenta un 0,2% (Kemp y Kenny, 2003).

La dieta de preinicio representa únicamente el 6-7% del alimento total, lo que implica que aumentar los aminoácidos en esta etapa, no aumenta en gran medida el costo de alimentación (Kemp y Kenny, 2003).

2.6.5 Metabolismo de los Aminoácidos

El metabolismo de los aminoácidos se realiza en el enterocito, hígado y músculo. En el hígado los aminoácidos se liberan intactos o bien son transformados en derivados hidrogenados o péptidos y son liberados a la circulación sanguínea (Vásquez y Luna, 2005).

Los aminoácidos absorbidos en el hígado pueden seguir distintas rutas metabólicas, las que pueden ser; sintetizar proteínas destinadas a regenerar el propio tejido hepático, ser oxidados para ser utilizados como fuente energética y ser distribuidos vía sanguínea a todo el organismo (Egaña, 2002).

En la musculatura, el metabolismo se regula por acción de hormonas, cuyo efecto puede ser anabólico y determina la utilización de los aminoácidos en la síntesis de proteínas (Bequette, 2003).

2.6.6 Composición de la canal

En los últimos años, los trabajos de investigación sobre composición de la canal de broilers se han centrado en la producción de carne de pechuga.

Especialmente se ha estudiado la respuesta a aminoácidos específicos, tal como la lisina. Considerando que la mayoría de los músculos de la canal tienen la misma composición en aminoácidos, es difícil de entender, desde un punto de vista biológico o bioquímico, como el aumento del consumo de un aminoácido específico, como la lisina, puede afectar más al desarrollo de un determinado músculo que de otro.

Sin embargo, existen numerosos trabajos que indican que el nivel de lisina no sólo influye en la cantidad de carne pechuga, sino también en la carne de pechuga como proporción de la canal, lo que sugiere que existe un aumento real del desarrollo de la pechuga y que la lisina no sólo influye aumentando la velocidad de crecimiento.

En muchos ensayos, sin embargo, cuando la producción de pechuga fue más alta, las necesidades de lisina para conseguir máximas producciones de pechuga fueron similares a las requeridas para máximas velocidades de crecimiento (Leeson, 1996).

Los tratamientos nutricionales, como por ejemplo el suministrar alimento inmediatamente después del nacimiento, o los ambientales, tales como el acondicionamiento al calor o la iluminación monocromática con luz verde durante los primeros días después de nacer, incrementan el crecimiento muscular y el peso del músculo de la pechuga en el momento de la comercialización. En todos los casos, el aumento del crecimiento muscular se debía a los cambios a nivel celular y molecular que conducen a una mayor proliferación y diferenciación de las células satélite.

Los significativos efectos sobre el crecimiento de los músculos, resultantes de los tratamientos aplicados en los primeros días después del nacimiento, afianzan la hipótesis de que es posible afectar al crecimiento muscular durante el desarrollo del embrión.

En las experiencias en las que los huevos fueron iluminados con una luz monocromática verde a partir del día 5 del embrión, se observó un efecto positivo sobre el desarrollo embrionario y sobre el crecimiento muscular después del nacimiento. Estudios posteriores revelaron que este aumento de peso del músculo se debía a un incremento del número de células satélite y a la sincronización de la fibra durante los primeros días después del nacimiento. (Leeson, 1996).

2.7 SUPLEMENTOS PROTEICOS DE ORIGEN ANIMAL

Los suplementos proteicos son incorporados a dietas de pollos broiler para suplir las deficiencias de aminoácidos esenciales que puedan tener los distintos ingredientes proteicos vegetales comúnmente utilizados en estas dietas, además de ser una proteína de mejor calidad y digestibilidad.

De esta manera, obtenemos una dieta que permite a los pollos tener una mayor ganancia de peso y una mejor eficiencia de conversión alimenticia. Dos de estos suplementos proteicos son la harina de pescado y los obtenidos a partir de los hidrolizados proteicos de pescado, estos últimos aún en estudio.

2.7.1 Harina de Pescado

La harina de pescado es un alimento de alto contenido proteico generalmente incluido en las dietas de aves. Se obtiene empleando como materia prima diferentes tipos de peces como anchoveta, jurel, merluza y residuos de fábricas de conservas, lo que hace que exista una variación considerable en la composición, naturaleza física y otras características que dependen de la materia prima utilizada y del proceso de fabricación (Miles y Jacob, 1997).

La harina de pescado es producida a través de un proceso de reducción del pescado, el cual consta de varias etapas, en donde es cocido, prensado, secado y molido, obteniéndose así como producto final la harina de pescado (Pokniak, 2002).

2.7.1.1 Componentes de la Harina de Pescado:

Proteína: La proteína de la harina de pescado tiene una alta proporción de aminoácidos esenciales en una forma altamente digestible, particularmente metionina, cisteína, lisina, treonina y triptófano

2.7.2 Hidrolizados Proteicos de Pescado

Los alimentos de pescado y productos similares derivados del mismo han sido considerados como buenas fuentes de proteína suplementarias para las aves. Además por mucho tiempo se ha considerado que el alimento de pescado contiene factores de crecimiento no identificados que promueven el crecimiento de las aves.

La inclusión de alimento de pescado es normalmente limitada debido al costo y efectos indeseados, como carne con mal sabor y baja en el crecimiento causado por un alto nivel de pescado en la ración del broiler.

Algunos estudios reportaron que el peso corporal y el crecimiento disminuían cuando la inclusión de pescado era demasiado alta o cuando el alimento de pescado se utilizaba como única fuente de proteínas (Holmes et al, 1984).

El alimento de pescado se utiliza generalmente en raciones dirigidas a la primera etapa de vida del broiler. Los alimentos de pescado disponibles en el comercio provienen de diferentes especies de pescado, utilizando diversos sistemas de producción (Holmes et al, 1984).

Se realizó un estudio con cuatro hidrolizados diferentes de pescado que fueron utilizados para suministrar proteínas suplementarias a raciones basadas en maíz-soya, y se pudo concluir que la composición aceitosa de los productos de pescado es el factor más crítico que influye en el sabor de los tejidos comestibles.

Los diferentes productos de pescado que contienen diferentes niveles de aceite se traducen en calidades diferentes de canal aunque sean utilizados para proporcionar la misma cantidad de proteína dietaria total. El sabor a pescado en la carne varía según el tipo de pescado y su porcentaje de inclusión en la dieta.

Por lo tanto, se pudo concluir que los hidrolizados de proteína de pescado que son preparados a partir de diferentes sustratos y secados utilizando diferentes métodos, tuvieron características alimenticias similares. Sin embargo, el residuo a pescado se puede encontrar en la canal cuando los productos de pescado se incluyen por sobre ciertas concentraciones en la dieta (Holmes et al, 1984).

En los últimos años, se ha dado gran énfasis al estudio de las proteínas de los alimentos como componentes beneficiosos. De aquí que surge el concepto de péptidos bioactivos presentes en proteínas de diversos alimentos (Vioque y Milán, 2005).

Las proteínas funcionales los péptidos bioactivos son proteínas y péptidos que, además de su valor nutritivo por ser fuente de aminoácidos, son capaces de ejercer efectos biológicos específicos (Martínez y Martínez, 2006).

Los péptidos bioactivos son secuencias de aminoácidos de pequeño tamaño, entre 2 y 15 aminoácidos, inactivos dentro de la proteína intacta pero que pueden activarse al ser liberados durante la digestión del alimento en el organismo o mediante un proceso previo del mismo (Vioque y Milán, 2005).

Las proteínas de los alimentos pueden digerirse de manera artificial en el laboratorio mediante hidrólisis enzimática, para liberar péptidos bioactivos.

Así, se han aislado péptidos a partir de hidrolizados enzimáticos de proteínas de muy diversa procedencia como leche, pescados, maíz, soya, huevo, etc. (Vioque y Milán, 2005).

La literatura evidencia que los péptidos bioactivos pueden ejercer su acción tanto a nivel local (tracto gastrointestinal) como sistémico, ya que pueden atravesar el epitelio intestinal y llegar a tejidos periféricos a través de la circulación sanguínea (Martínez y Martínez, 2006).

Con el fin de obtener péptidos bioactivos, se han creado distintos hidrolizados proteicos de pescado, usando como sustratos jureles, sardinas y anchovetas, los cuales han sido sometidos a hidrólisis enzimática con condiciones controladas, es decir, a una temperatura, pH y humedad determinada a la cual funciona la enzima seleccionada.

Esto modifica sus proteínas permitiendo la aparición de péptidos de diferentes tamaños y una fracción de aminoácidos libres, aumentando su valor nutricional (Millán, 2005)¹

Es así que dentro de los hidrolizados de pescado nos abocaremos al estudio de dos de los componentes utilizados en la dieta de preinicio de nuestro estudio: Biocp® y Biosh®.

2.7.3 Biocp® y Biosh® en Aves

El Biocp® es un concentrado de peptonas elaborado con pescado entero de alta calidad y fresca, desarrollado para ser empleado como ingrediente en dietas de inicio para cerditos, aves, acuicultura y mascotas; puede ser utilizado también en dietas especiales relacionadas con procesos de estrés propios de la crianza o con períodos patofisiológicos de los animales.

La proteína contenida en el Biocp® ha sido hidrolizada enzimáticamente bajo condiciones controladas producto de lo cual se han generado proteosas, peptonas, péptidos y algunos aminoácidos libres que serán absorbidos eficientemente en el epitelio intestinal de los animales pequeños.

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, los cuales podrían tener funcionalidad biológica benéfica para los animales.

¹ María Teresa Millán, Profish, Comunicación Personal.

Estos compuestos parecen tener poca influencia en animales adultos, debido a la escasa permeabilidad del epitelio intestinal el cual sólo permite absorber dipéptidos y tripéptidos y aminoácidos libres (Profish, 2006).

Considerando que la materia prima utilizada en la elaboración del Biocp® es pescado entero y no residuos, el producto contiene proteína hidrolizada de alto valor nutricional, rico en aminoácidos esenciales y semiesenciales provenientes del tejido muscular y órganos del pescado. Aminoácidos termosensibles como metionina, lisina, cistina, triptofano y taurina han sido preservados cuidadosamente a través de un procesamiento a bajas temperaturas (Profish, 2006)

A su vez, el Biosh® se produce bajo los mismos conceptos del Biocp® pero en condiciones de procesamiento más controladas (reacciones enzimáticas, temperatura, humedad, etc.); por lo que es considerado un sobrehidrolizado, con lo que se obtienen menores pesos moleculares de los subproductos del proceso, lo que se asocia a mejores digestibilidades (Millán, 2005)¹

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 nutricionales de estos productos que potenciarían aún más los beneficios productivos que si fueran usados por separado (Millán, 2005)¹

Ventajas de su uso:

1. Aporta aminoácidos esenciales y semiesenciales
2. Contiene vitaminas hidrosolubles y liposolubles lo cual permitiría optimizar el uso de vitaminas sintéticas.
3. Proteínas con bajos pesos moleculares
4. Alta digestibilidad de la proteína.

¹María Teresa Millán, Profish, Comunicación Personal.

2.8 Fuentes de Proteína Vegetal

2.8.1 Gluten de Maíz

El maíz es el cereal más usado en las dietas de aves. Es alto en energía y provee la mayor cantidad de energía de la dieta. El maíz tiene una relación nutritiva amplia, con gran proporción de hidratos de carbono y grasas en relación con las proteínas (Leeson y Summers, 2001).

El gluten de maíz es un subproducto de la molienda húmeda del maíz, que se obtiene de la extracción de los almidones de éste, correspondiendo a la parte proteica del grano. La suspensión en agua de gluten y almidón se centrifuga y por diferencia de densidades se separa, se concentra y se seca, obteniéndose así el gluten meal de maíz.

El gluten de maíz presenta las siguientes características:

1. Proteína 60%
2. Humedad 10,2%
3. Materia seca 89,8%
4. Grasa total 2,5%
5. Ceniza 2%
6. Fibra cruda 1%

El gluten de maíz es un insumo muy alto en proteínas y por eso es comparable con las proteínas de origen animal en la formulación de dietas, sin embargo es muy deficiente en lisina, arginina y triptofano, por lo que se debe complementar con otro aporte proteico que cubra las deficiencias aminoacídicas (Leeson y Summers, 2001).

Según lo dispuesto en el reglamento de dictámenes el gluten meal de maíz se presenta como un producto granulado, de color amarillo anaranjado, insoluble en agua, su clasificación procede del Arancel Aduanero Nacional, por constituir un residuo de la industria del almidón (Servicio Nacional de Aduana, 2007).

La revisión bibliográfica efectuada, ha puesto de manifiesto la importancia del período crítico neo-natal de vida del pollo, sus riesgos y potencialidades que se proyectan en forma relevante a la producción de carne, durante todo el ciclo productivo.

Así, entre las alternativas de pescado y de proteína vegetal, insumos que deben evaluarse en sistemas prácticos de crecimiento con pollos broiler, bajo condiciones de la realidad nacional.

3.- HIPÓTESIS

La inclusión de hidrolizados proteicos de pescado y dos fuentes de proteína vegetal distintas, en dietas de preinicio en pollos broiler, mejora los indicadores productivos durante todo su ciclo comercial, como también los indicadores de calidad de la canal

4.- OBJETIVOS

4.1.- OBJETIVO GENERAL

Determinar los efectos de la suplementación de las dietas de preinicio de pollos broiler con dos hidrolizados proteicos de pescado y dos fuentes de proteína vegetal sobre indicadores de canal y desarrollo muscular.

4.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

4.2.1- Evaluar características de la canal comercial a través de indicadores usualmente utilizados para estos fines.

4.2.2- Evaluar el crecimiento de los músculos pectorales y de los músculos peroneo y gastrocnemio.

5.- MATERIAL Y MÉTODOS

El presente 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 Santa Rosa 11735, comuna de La Pintana, Santiago.

Se utilizaron seiscientos treinta (630) pollos broiler machos (Ross 308) de 1 día de edad seleccionados mediante un procedimiento de estandarización de pesajes. Se dejaron pollos en un rango de pesos vivos entre 38 y 44 g, los que fueron distribuidos uniformemente en 30 corrales de piso con 21 pollos cada uno.

Los pollos fueron mantenidos con un régimen de alimentación ad libitum y consumo de agua a discreción, con una densidad de 12,5 pollos por metro cuadrado.

Los corrales fueron ubicados en un pabellón experimental de estructura convencional con ventilación natural de cortinas laterales. El calor fue aportado por calefactores a gas con control de temperatura por termostato.

El experimento constó de 5 tratamientos con 6 repeticiones cada uno, siendo cada repetición equivalente a un corral.

El período experimental fue de 43 días, durante el cual los pollos recibieron los siguientes tratamientos; aplicados en la dieta de preinicio (1 a 14 días de edad):

Tratamiento 1: Pollos alimentados con una dieta control a base de maíz y Soya (Control).

Tratamiento 2: Pollos alimentados con Biosh®, al 3,4% de inclusión (Biosh®).

Tratamiento 3: Pollos alimentados con Biocp®, al 3,4% de inclusión (Biocp®).

Tratamiento 4: Pollos alimentados con Biosh® al 1,6% de inclusión, adicionando 2% de Gluten de Maíz tipo A (hidrolizado de gluten de maíz) (Biosh+®GMA).

Tratamiento 5: Pollos alimentados con Biosh® al 1,6% de inclusión adicionando 2,0% de Gluten de Maíz tipo B (gluten de maíz comercial) (Biosh®+GMB).

Durante el período experimental las aves recibieron 4 dietas, siguiendo los estándares de la crianza comercial de pollos:

Dieta 1: preinicio, de 1 a 14 días de edad

Dieta 2: inicio, de 15 a 24 días

Dieta 3: intermedio, de 25 a 35 días

Dieta 4: final, de 36 a 43 días

Durante el período de 1 a 14 días (preinicio), las aves recibieron las dietas de acuerdo a los tratamientos programados (anexo 1). Las dietas 2, 3 y 4 fueron las mismas para todas las aves, y se detallan en el anexo 2.

Todas las dietas, según período productivo, se ajustaron según requerimientos del NRC (1994). El análisis químico de los suplementos a usar en el estudio se detalla en la tabla 1 y su perfil aminoacídico en el anexo 4.

Las dietas de preinicio fueron formuladas isoproteicas e isoenergéticas y se presentaron molidas (“mash”).

5.1.- Medición de Características de la Canal

Al finalizar el estudio (día 44), se tomaron 3 pollos por repetición y en la planta faenadora se procedió a obtener las siguientes mediciones:

1. Peso de canal caliente (g)
2. Peso de pechuga con hueso (g)

3. Peso de trutro entero derecho (g)

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 y Gastrocnemio más Peroneo

A los 14 y 44 días de edad se realizó una evaluación del crecimiento de la pechuga y trutro. Para esto, se seleccionaron 3 pollos por repetición en cada ocasión y fueron sometidos al siguiente procedimiento:

- 1- Los pollos fueron pesados individualmente y luego se sacrificaron por dislocación cervical al día 14, y por el procedimiento de la planta faenadora al día 43.
- 2- Se removió la pechuga con hueso sin piel y los trutros largos derechos enteros sin piel (Según la Norma Chilena 2773, of. 2005) de cada ave; registrándose su pesos respectivos.
- 3- Luego se procedió a disectar los músculos pectorales y gastrocnemios más peroneos correspondientes, registrándose sus pesos respectivos.
- 3- Los pesos de los músculos señalados se utilizaron para calcular su rendimiento porcentual con relación al peso vivo del pollo y/o de su correspondiente canal.

De esta forma se evaluó cómo los distintos tratamientos influyen sobre el desarrollo de estos distintos tejidos.

5.3.- Análisis de las Dietas

Todas las dietas fueron sometidas a un análisis químico proximal según protocolos estandarizados (AOAC, 2002). Para esto, se tomó una muestra representativa de cada una de las dietas de preinicio, correspondientes a los distintos tratamientos, y de los restantes períodos productivos (inicio, crecimiento y finalizador).

5.4.- Análisis Estadístico

Las variables definidas fueron clasificadas según tratamiento y se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) para determinar diferencias estadísticamente significativas entre ellas mediante el programa SAS Learning Edition 2.0.

El diseño estadístico utilizó el siguiente modelo:

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

Donde:

Y_{ij} = respuesta observada

μ = media poblacional

T_i = efecto del i -ésimo tratamiento ($i = T_1, \dots, T_5$)

ϵ_{ij} = error

6.0 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A.- Análisis de las Dietas

En la tabla 1 se da a conocer la composición química de todas las dietas utilizadas durante el ensayo.

Tabla 1. Composición química proximal de las diferentes dietas de preinicio utilizadas en el estudio, expresadas como porcentajes.

Dietas Experimentales de Preinicio

Análisis	Control	Biosh®	Biocp®	Biosh® + GMA	Biosh® + GMB	Inicio	Intermedio	Final
Prot. Total	22,13	22,46	21,83	21,84	22,38	21,94	20,28	15,99
Grasa Total	4,87	5,25	4,98	5,71	5,41	6,14	6,83	7,60
Cenizas	5,67	6,23	5,67	5,43	5,31	6,66	5,91	6,09
Fibra Cruda	2,76	2,78	3,01	2,47	2,68	3,58	3,46	3,34
Humedad	10,77	10,56	10,68	10,44	10,65	11,28	11,57	11,41

Todos los análisis fueron realizados en Laboratorio LABSER, Rancagua.

En el caso de la proteína total se aprecian valores semejantes en las distintas dietas de preinicio en estudio, pero se espera una ventaja de las dietas suplementadas de hidrolizados proteicos ya que estos son sometidos a hidrólisis enzimática lo que genera peptonas, péptidos y aminoácidos libres que serán absorbidos en forma más eficiente en el epitelio intestinal y, junto con las dietas combinadas con proteínas de origen vegetal (gluten de maíz), generarían una sinergia de las características nutricionales que potenciarían aún más los beneficios productivos que si fueran usados por sí solos (Profish, 2006).

La dieta de preinicio representa únicamente el 6-7% de la alimentación total, lo que implica que aumentar los aminoácidos en esta etapa, no repercute en gran medida en el costo de alimentación, en relación al beneficio que esto provoca (Kemp y Kenny, 2003).

En un estudio realizado por Noy y Sklan (2003) se pudo demostrar que la alimentación con dietas altas en proteína cruda e índices balanceados de aminoácidos esenciales durante la primera semana post nacimiento puede mejorar considerablemente el rendimiento y que la ventaja obtenida en el crecimiento se mantiene hasta el sacrificio.

Debido al papel fundamental que ejerce la proteína en todo el desarrollo de las aves es que las investigaciones recientes se han concentrado en el conocimiento de las necesidades proteicas y de aminoácidos en los primeros días de vida ya que son determinantes en el rendimiento final del pollo.

Al realizar una comparación entre la información nutricional calculada de las dietas (Anexo 1) y la composición química proximal obtenida de estas dietas (Tabla 1), se pudo concluir que en la dieta evaluada químicamente se encontró un menor porcentaje de incorporación de proteína; así como también se pudo encontrar un menor porcentaje de grasa total en el caso del Biosh® y Biocp®. También se pudo encontrar un mayor aporte de humedad excepto en el caso del Biosh®+GMB en el que la humedad era menor al valor teórico; sin embargo, se puede señalar que en general, ambos aportes nutricionales (calculados y analizados) son semejantes y no deberían constituir factores modificadores de las respuestas productivas alcanzadas por los pollos.

B.- Peso Vivo Inicial

En la tabla 2 se entrega el peso de los pollos al día 1, según tratamiento.

Tabla 2. Peso vivo de los pollos (kg) al comienzo del experimento.

Tratamiento (x\pmDS)	Peso Vivo día 1 (x\pmDS)
(1) Control	0,0414 \pm 0,85
(2) Biosh®	0,0413 \pm 0,18
(3) Biocp®	0,0409 \pm 0,14
(4) Biosh® +GMA	0,0408 \pm 0,28
(5) Biosh® +GMB	0,0409 \pm 0,18

En la Tabla 2 se aprecia que no hubo diferencias significativas ($P>0,05$) entre los distintos tratamientos, asegurándose así la homogeneidad de los grupos experimentales al comienzo del experimento, para que de esta forma ningún grupo estuviera en ventaja sobre otro.

C.- Mortalidad de aves durante el ensayo

En la tabla 3 se da a conocer la mortalidad obtenida durante el desarrollo del experimento en las diferentes etapas de desarrollo.

Tabla 3. Mortalidad de los distintos períodos del estudio, según tratamiento, expresadas como porcentajes.

Tratamiento	1-14 días (%)	15-24 días (%)	25-35 días (%)	36-43 días (%)
Control	0	0,93	0,93	0,94
Biosh®	1,59	2,83	0	0,97
Biocp®	0	0	3,7	0
Biosh® + GMA	1,59	0,94	0	0
Biosh® + GMB	0	0,93	0	0,93

La mortalidad registrada 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 el resto de los períodos las causas de muerte se debieron a muerte súbita asociadas al crecimiento acelerado de algunas aves producto de la selección genética.

El porcentaje de mortalidad registrado durante el ensayo da cuenta de un manejo adecuado del grupo en estudio, ya que los primeros 14 días de vida son muy susceptibles a las variaciones de temperatura y humedad y otros factores ambientales eventualmente determinantes.

En un plantel comercial se considera esperable una mortalidad bajo el 5%.

D.- Características de la canal

En la tabla 4 se presentan los pesos de las piezas anatómicas de interés comercial y sus rendimientos porcentuales logrados al final del experimento.

Tabla 4.- Características de la canal comercial al día 44 del ensayo
(Promedio \pm DS).

Tratamientos	Peso Vivo (kg)	Peso Canal (kg)	Peso Pechuga con hueso (kg)	Peso trutro derecho (kg)	Peso Pechuga con hueso/ Peso Vivo (%)	Peso Pechuga con hueso/ Peso Canal (%)	Peso trutro derecho/ Peso Vivo (%)	Peso trutro derecho/ Peso Canal (%)
(1) Control	2,678 ab \pm 0,10	1,970 ab \pm 0,09	0,583 ab \pm 0,04	0,265 bc \pm 0,02	21,8 ab \pm 0,89	29,6 \pm 1,22	9,9 ab \pm 0,61	13,5 \pm 0,83
(2) Biosh®	2,735 a \pm 0,08	2,010 ab \pm 0,06	0,602 a \pm 0,03	0,268 ab \pm 0,01	22,0 a \pm 1,06	29,9 \pm 1,32	9,8 ab \pm 0,46	13,3 \pm 0,70
(3) Biocp®	2,592 b \pm 0,06	1,878 c \pm 0,07	0,546 b \pm 0,05	0,251 c \pm 0,01	21,0 ab \pm 1,84	29,0 \pm 2,19	9,7 b \pm 0,40	13,4 \pm 0,50
(4) Biosh® + GMA	2,667ab \pm 0,09	1,946 bc \pm 0,07	0,551 b \pm 0,04	0,269 ab \pm 0,01	20,7 b \pm 1,42	28,3 \pm 1,78	10,1 ab \pm 0,43	13,8 \pm 0,56
(5) Biosh® + GMB	2,751 a \pm 0,13	2,032 a \pm 0,12	0,609 a \pm 0,06	0,280 a \pm 0,02	22,1 a \pm 1,71	29,9 \pm 2,04	10,2 a \pm 0,52	13,8 \pm 0,69
P	\leq 0,05	\leq 0,05	\leq 0,05	\leq 0,05	\leq 0,05	\geq 0,05	\leq 0,05	\geq 0,05

(1) n= 18/ Tratamiento

* Valores con superíndice distinto, dentro de una misma columna, son estadísticamente diferentes ($p < 0,05$).

En la medición del peso vivo al día 44 el tratamiento 5 (Biosh®+GMB) obtuvo el mayor peso que fue significativamente superior al tratamiento 3 (Biocp®), pero no difirió del tratamiento 2 (Biosh®), del control ni del tratamiento 4 (Biosh®+GMA), por lo que se pudo concluir que el tratamiento 5 no produjo un efecto significativo en la variable peso vivo.

Esto concuerda con el experimento realizado por Holmes et al (1984) en el que se estudiaron cuatro hidrolizados de pescado para suministrar proteínas suplementarias a raciones basadas en maíz-soya; los resultados mostraron que no se observaron diferencias significativas ($P \geq 0.5$) entre los tratamientos dietarios en cuanto a ganancia de peso en machos y hembras.

Sobre la base de estos resultados parece ser que los hidrolizados proteicos de pescado que han sido preparados a partir de diferentes sustratos y secados utilizando diferentes métodos tuvieron características alimenticias similares.

En el caso del peso de la canal, el tratamiento 5 (Biosh®+GMB) obtuvo el valor más alto que fue superior sólo a los tratamientos 3 (Biocp®) y 4 (Biosh®) sin diferencias con el control maíz-soya, por lo que estos resultados no son concluyentes de un efecto directo de la dieta sobre la variable peso canal.

Waldroup et al (1965) (citado por Holmes et al, 1984) reportaron que el peso corporal y el crecimiento disminuían cuando la inclusión de pescado era demasiado alta o cuando el alimento de pescado se utilizaba como la única fuente de proteínas.

En la medición del peso de la pechuga con hueso, nuevamente el tratamiento 5 obtuvo el mayor valor, pero al compartir semejanzas con el tratamiento 2 (Biosh®) y el control se pudo concluir que el tratamiento 5 no produjo un efecto significativo sobre la variable medida, aún cuando superó a los tratamientos 3 (Biocp®) y 4 (Biosh®), al igual que para las variables anteriores.

En el caso del trutro derecho, se pudo constatar que al día 44 el mayor peso obtenido fue nuevamente del tratamiento 5 (Biosh®+GMB), sin diferencias significativas con el tratamiento 4 (Biosh®+GMA) y con el tratamiento 2 (Biosh®), pero superior al control y al tratamiento 3 (Biocp®), mostrando así un efecto beneficioso sobre esta variable.

En la relación porcentual entre el peso de la pechuga con hueso y el peso vivo, los porcentajes de aporte del peso de la pechuga en general fueron semejantes evidenciándose nuevamente al tratamiento 5 (Biosh®+GMB) con uno de los mayores porcentajes, pero los resultados no fueron concluyentes de su influencia sobre la variable estudiada por cuanto sólo superó al tratamiento 4 (Biosh®+GMA), pero no al control.

En la relación porcentual peso pechuga con hueso con respecto al peso canal se pueden encontrar valores similares, no habiendo ningún efecto de los tratamientos sobre esta variable.

En la relación porcentual peso trutro y peso vivo el tratamiento 5 (Biosh®+GMB) obtuvo el mayor valor pero no fue concluyente de una influencia sobre la variable, dado que sólo superó al tratamiento 3 (Biocp®), pero no difirió del control.

La relación peso trutro/ peso canal, no mostró efecto de ningún tratamiento.

En general, sólo se aprecia una superioridad numérica del tratamiento 5 (Biosh® + GMB) sobre el control, ya que en la mayoría de los casos no alcanza significancia estadística.

Por lo tanto en el presente estudio, sólo se pudo ratificar parcialmente que la apropiada mezcla de hidrolizados proteicos con fuentes de proteína vegetal producen una sinergia de las características nutricionales que potencian aún más los beneficios productivos que si fueran usados por sí solos (Millán, 2005).

De acuerdo a Millán (2005)¹, Biosh® por ser un sobrehidrolizado proteico, con menores pesos moleculares y mejores digestibilidades, se espera al final del ensayo pesos de cortes comerciales mayores a los de la dieta control. Esto se dio sólo parcialmente en el presente estudio (peso del muslo derecho en el tratamiento 5 (Biosh+GMB)).

¹ María Teresa Millán, Profish, Comunicación Personal.

Estos resultados concuerdan, al menos en términos de tendencias, con el estudio realizado por Noy y Sklan (2003) en que pudieron comprobar que el alimentar con dietas altas en proteína cruda e índices balanceados de aminoácidos esenciales durante la primera semana de vida puede mejorar considerablemente el rendimiento y que la ventaja obtenida en el crecimiento se mantiene hasta el sacrificio.

En este experimento no se midió las características sensoriales, las que en un estudio realizado por Holmes et al (1984) revelaron que los hidrolizados de proteína de pescado influían en el mal sabor de las carcasas cuando los productos de pescado se incluían en ciertas concentraciones en la dieta.

E.- Evaluación del crecimiento de músculos pectorales y gastrocnemio + peroneo.

En la tabla 5 se presentan los pesos y relaciones porcentuales de los músculos en estudio al día 14 del ensayo.

Tabla 5. Pesos (g) y % de Músculos Pectorales y Gastrocnemio + Peroneo día 14 (Promedio±DS)

Tratamiento	Peso Vivo (g)	Peso Pechuga con hueso(g)	Peso Mm. Pectorales (g)	Mm. Pectorales /Peso Pechuga con hueso (%)	Mm. Pectorales/ Peso vivo (%)	Peso trutro der. Con hueso (g)	Peso M. Gast. +Mm.Peroneos (g)	M. Gast. +Mm. Peroneos/ Peso trutro (%)	M. Gast. +Mm. Peroneos/ Peso Vivo (%)
(1) Control	262,1 c ±18,2	38,7 b ±4,6	27,3 b ±4,6	70,26 ±6,63	10,37 ±1,29	21,39 b ±1,58	1,50 b ±0,18	7,04 ±0,81	0,57 b ±0,05
(2) Biosh®	277,2 ab ±18,2	43,6 a ±3,9	30,8 a ±3,0	70,95 ±5,95	11,13 ±0,88	24,11 a ±2,27	1,67 b ±0,19	6,93 ±0,66	0,60 ab ±0,05
(3) Biocp®	274,888 abc ±13,8	42,2 ab ±2,7	29,4 ab ±2,8	69,55 ±5,22	10,68 ±0,92	23,89 a ±2,14	1,67 b ±0,16	6,99 ±0,50	0,61 ab ±0,05
(4) Biosh® + GMA	267,6 bc ±17,9	39,7 b ±3,9	27,5 b ±3,3	69,28 ±4,70	10,27 ±0,95	23,28 a ±2,08	1,68 ab ±0,21	7,22 ±0,74	0,63 ab ±0,06
(5) Biosh® + GMB	284,2 a ±12,1	43,9 a ±4,1	31,0 a ±3,3	70,62 ±4,57	10,90 ±0,94	24,56 a ±1,89	1,86 a ±0,26	7,59 ±0,85	0,66 a ±0,08
P	≤0,05	≤0,05	≤0,05	≥0,05	≥0,05	≤0,05	≤0,05	≥0,05	≤0,05

*Valores con superíndice distinto, dentro de una misma columna, son estadísticamente diferentes (p<0,05).

(1) n= 18/ Tratamiento

En el análisis de la variable peso vivo al día 14 se pudo encontrar valores numéricamente superiores en el caso del tratamiento 5 (Biosh®+GMB), similares con el tratamiento 2 (Biosh®) y el 3 (Biocp®), pero significativamente superiores al tratamiento 4 (Biosh®+GMA) y al control, lo que indica su ventaja respecto de esta variable, ($P \leq 0,05$).

Este efecto corrobora lo indicado por Lilburn (1998) (citado por Mateos et al, 2002) el cual propone alimentar al ave con materias primas proteicas muy digestibles en combinación con altos niveles de maíz durante los 10 primeros días de vida para satisfacer sus necesidades en proteína y energía.

La dieta de preinicio representa únicamente el 6-7% del alimento total, lo que implica que aumentar los aminoácidos en esta etapa, no aumenta en gran medida el costo de alimentación (Kemp y Kenny, 2003).

En el caso del peso de la pechuga el tratamiento 5 (Biosh®+GMB) obtuvo el mayor resultado seguido por el tratamiento 2 (Biosh®); y del tratamiento 3 (Biocp®), de los cuales no difirió ($P \geq 0,05$), sin embargo se pudo apreciar un efecto estadísticamente significativo ($P \leq 0,05$), en que el tratamiento 5 muestra valores superiores al control y al tratamiento 4 (Biosh®+GMA).

Se puede explicar el mayor peso de la variable por la accesibilidad a proteínas de menor peso molecular lo que permitiría no sólo cubrir los requerimientos de crecimiento sino que también favorecerían el depósito muscular.

En el caso del peso de los músculos pectorales, al día 14 también se pudo apreciar una supremacía del tratamiento 5 respecto al resto de los otros tratamientos, siguiendo exactamente la misma dinámica que el peso de la pechuga.

Los manejos nutricionales, como por ejemplo el suministrar alimento inmediatamente después del nacimiento, o los ambientales, tales como el acondicionamiento al calor o la iluminación monocromática con luz verde durante los primeros días después de nacer, incrementan el crecimiento muscular y el peso del músculo de la pechuga en el momento de la comercialización. En todos los casos, el aumento del crecimiento muscular se debía a los cambios a nivel celular y molecular que conducen a una mayor proliferación y diferenciación de las células satélite (Kemp y Kenny, 2003).

El peso vivo, índice corporal y rendimiento de pechuga mejoran cuando se utilizan niveles más altos de aminoácidos digestibles en la dieta. Cuando hay un 10% más de aminoácidos digestibles en la dieta de preinicio, el peso corporal a los 10 días aumenta 10 gr, lo que se traduce en un aumento de 30 a 50 gr., al momento del sacrificio y el rendimiento en carne de pechuga aumenta un 0,2% (Kemp y Kenny, 2003).

En las variables porcentaje de músculos pectorales en relación al peso de la pechuga, y respecto al peso vivo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas por lo que no se pudo asociar un efecto de ningún tratamiento en esta variable en estudio; lo mismo se pudo apreciar en la medición del porcentaje de músculos gastrocnemio más peroneo en relación al peso del muslo ($P \geq 0,05$).

En la medición del peso del muslo derecho todos los tratamientos superaron significativamente al control ($P \leq 0,05$), pero sin diferencias entre ellos, ($P \geq 0,05$).

El resultado obtenido en la medición del peso del músculo gastrocnemio más peroneo al día 14 muestra nuevamente al tratamiento 5 con el mayor peso, seguido del tratamiento 4 (Biosh®+GMA), del cual no difiere, pero mostrando una significativa superioridad sobre el control y sobre los tratamientos 2 (Biosh®) y 3 (Biocp®).

Por último, en el caso de la relación porcentual entre el peso de los músculos gastrocnemio más peroneo en relación al peso vivo del día 14 se pudo constatar que el tratamiento 5 (Biosh®+GMB) fue el único que superó significativamente al control, pero presentó semejanzas con los tratamientos 4 (Biosh®+GMA), 3 (Biocp®) y 2 (Biosh®), comprobando así su definitiva superioridad en todas las variables de desarrollo muscular al día 14.

Ya que no existen otros estudios que puedan corroborar el efecto de un sobrehidrolizado proteico de pescado junto con una fuente de proteína vegetal sobre los parámetros medidos en piezas comerciales, no podemos realizar una comparación exhaustiva de nuestro estudio.

En la Tabla 6 se presentan los resultados obtenidos el día 44 en las variables de peso (Kg) y relaciones porcentuales de los músculos en estudio.

Tabla 6. Pesos (kg) y % de Músculos Pectorales y Gastrocnemio + Peroneo día 44 (Promedio±DS)

Tratamiento	Peso Mm. Pectorales	Mm.Pectorales /Peso Pechuga con hueso (%)	Mm Pectorales / Peso Vivo (%)	Peso M. Gast. +Mm.Peroneos	M. Gast.+Mm. Peroneos/ Peso trutro der. (%)	M. Gast. +Mm. Peroneos/ Peso Vivo (%)
(1)Control Maiz Soya	0,465 ab ±0,04	79,72 ±2,80	17,36 ±1,05	0,0222 b ±0,002	8,386 ±0,51	0,83 ±0,06
(2) Biosh®	0,480 a ±0,02	79,85 ±3,21	17,56 ±0,96	0,0226 b ±0,002	8,44 ±0,51	0,827 ±0,07
(3)Biocp®	0,437 b ±0,05	80,16 ±3,75	16,86 ±1,72	0,0216 b ±0,002	8,625 ±0,71	0,835 ±0,07
(4) Biosh® + GMA	0,439 b ±0,04	79,62 ±3,44	16,47 ±1,46	0,0233 a ±0,002	8,682 ±0,58	0,874 ±0,06
(5) Biosh® + GMB	0,485 a ±0,05	79,74 ±3,90	17,64 ±1,62	0,0239 a ±0,002	8,547 ±0,64	0,869 ±0,06
P	≤0,05	≥0,05	≥0,05	≤0,05	≥0,05	≥0,05

*Valores con superíndice distinto, dentro de una misma columna, son estadísticamente diferentes ($p < 0,05$).

(1) n= 18/ Tratamiento

En la medición de los músculos pectorales nuevamente el tratamiento 5 (Biosh®+GMB) obtuvo el mayor valor pero este valor no es concluyente de un efecto sobre la variable en estudio, por cuanto no difiere del control, aunque supera a otros dos tratamientos: el 3 (Biocp®) y el 4 (Biosh®+GMA).

Esta diferencia se puede deber a que el tratamiento 5 (Biosh®+GMB) junto con ser un hidrolizado proteico de pescado que posee péptidos de menor peso molecular los que se pueden utilizar en forma más eficiente para su depósito a nivel muscular, parece haber alcanzado un balance aminoacídico favorable, gracias al aporte de gluten de maíz utilizado.

En el caso de la relación porcentual del músculo pectoral con el peso de la pechuga, y con peso vivo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P \geq 0,05$).

De los ensayos realizados por Noy y Sklan (2003), se puede concluir que las diferencias en la productividad debidas a cambios nutricionales en la dieta de preinicio, tienden a desaparecer con la edad, además parece ser que una vez cubierta las necesidades mínimas de los animales, la influencia de la composición de la dieta de preinicio sobre el crecimiento posterior del broiler es limitada.

El peso del músculo gastrocnemio más peroneo, el tratamiento 5 obtuvo el mayor valor siendo similar al tratamiento 4 (Biosh®+GMA), pero superando al control y a los tratamientos 2 (Biosh®) y 3 (Biocp®). En esta variable también se observa un efecto adicional de la proteína vegetal mencionada.

En el caso de la relación porcentual entre el músculo gastrocnemio más peroneo y el peso del muslo, al igual que con el peso vivo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P \geq 0,05$).

Alimentar con alta calidad de proteína cruda puede llevar a un gran aumento del crecimiento inmediatamente después del nacimiento (Noy y Sklan, 2003), sin embargo, en el presente estudio, estos efectos no fueron mantenidos hasta el final del estudio, excepto en el caso de la variable peso de los músculos gastrocnemio y peroneo.

7. CONCLUSIONES FINALES:

1. Los resultados productivos obtenidos en este estudio fueron los esperables para la línea genética utilizada (Ross 308) de acuerdo a las condiciones experimentales a las que fueron sometidos.
2. En términos generales se pudo constatar que desde el inicio del estudio se desarrolló una tendencia entre los tratamientos que se mantuvo durante todo el ensayo.
3. Cabe destacar que el tratamiento 5 fue numéricamente superior y estadísticamente significativo en el caso de las mediciones de canal (pechuga y trutro derecho) y en las mediciones de los músculos pectorales y gastrocnemio–peroneo tanto en el día 14 como en el día 44.
4. Se observó una tendencia del tratamiento 3 (Biocp®) a no mostrar diferencias importantes en el control, en consecuencia que se esperaba una ventaja de éste sobre el control.
5. Se observó una diferencia entre el tratamiento 4 y 5, siendo que sólo se diferenciaron por el tipo de gluten de maíz incorporado. Al no tener mayor información sobre las diferencias composicionales entre estos dos glútenes de maíz, no se puede aventurar explicación a lo observado en los rendimientos comentados.
6. De acuerdo a los resultados globales obtenidos, tanto numérica como estadísticamente superiores del tratamiento 5, sería importante seguir investigando sobre la línea del Biosh® y su complementación con proteínas de origen vegetal.

8.- BIBLIOGRAFÍA

APAJALAHTI, J; KETTUNEN A. 2002. Efecto de la Dieta Sobre la Flora Microbiana en el Tracto Gastrointestinal de Aves. XVIII Curso de Especialización FEDNA. Barcelona, España. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal.

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

ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES AVÍCOLAS DE CHILE (APA). 2008. [en línea]

http://www.apa.cl/index/plantilla1.asp?id_seccion=2&id_subsecciones=8

[consulta 26 Septiembre 2008].

BAR-SHIRA; FRIEDMAN, A. 2005. Ontogeny of Gut Associated Immune Competence in the Chick. Israel Journal of Veterinary Medicine. 60 (2): 42-50.

BEQUETTE, B.J. 2003. Amino Acids Metabolism in Animals:an Overview. **EN:**D'Mello, J.P.F. Amino Acids in Animal Nutrition. Segunda Edición. Cabi Publishing, Londres, Inglaterra.pp.87-102.

EGAÑA, J.I. 2002. Proteínas. Tercera Edición Revisada. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. Departamento de Fomento de la Producción Animal.pp.1-23. (Serie Apuntes Docentes 005/2002).

GOBIERNO DE CHILE, Servicio de Aduanas. Dictamen de Clasificación N°26, 4 Abril 2005. [en línea]

http://www.aduana.cl/p4_principal/site/artic/20050406/pags/200504061543

[consulta 10 Octubre 2007].

GONZÁLEZ, J. 2000. Influencias de Algunas Características de Composición de Ingredientes Alimenticios en la Productividad del Broiler. [en línea]

<http://www.veterinaria.uchile.cl/publicacion/congresoXI/profesional/aves/3.doc>

[consulta 14 Agosto 2006].

HOLMES, Z.A; WU, Y.C; KELLEMS, R.O; NAKAUE, H.S. 1984. The Effect of Feeding four fish Hydrolyzate Meals on Broiler Performance and Carcass Sensory. Poultry Science 63: 2414-2418.

KEMP,C; KENNY, M. 2003. Alimentación del Pollo Moderno para mejor. Internacional Hatchery Practice. 17:7

KLASING, K.C. 1998. Amino Acids. **En:** Comparative Aviar Nutrition. Segunda Edición. Cabi Publishing, California, USA. Pp. 133-170.

LEESON, S. 1996. Programas de Alimentación para Ponedoras y Broilers. XII Curso de Especialización FEDNA, Madrid, España. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal.

LEESON, S; ZUBAIR, A.K. 2006 La digestión de las aves: Las Proteínas y las Grasas. Departamento de Ciencias Animales y Avícolas, Universidad de Guelph, Ontario, Canadá.

LEESON, S; SUMMERS, J.D. 2001. Feed Ingredients and Feed Formulation. **EN:** Scotts Nutrition of the chicken. 4 Ed. University Books. Guelph, Notario, Canadá. Pp. 473-510.

LOYOLA, P. 2008. Distintos niveles de incorporación de hidrolizados proteicos de pescado en la dieta de preinicio de pollos broiler: Efectos sobre rendimientos productivos y económicos. Memoria Título Médico Veterinario. Santiago, Chile. U. Chile, Facultad de Medicina Veterinaria. 3 p.

MACARI, M; R. FURLAN Y E. GONZALEZ. 1994. Fisiología Aviaria Aplicada a Frangos de Corte. Funep/ Unesp. 296p.

MAIORKA, A; DAHLKE, F. 2006. Broiler Adaptation to Post-Hatching Period. Ciencia Rural, Santa María, Colombia. 36(2): 701-708.

MARTINEZ, O; MARTÍNEZ, A. 2006. Proteínas y Péptidos en Nutrición Enteral. Nutrición Hospitalaria. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos. Universidad de Granada. 21, s2: 1-14.

MARTÍN, O; MADRAZO, G; RODRÍGUEZ, A. 2002. Evaluación de Dietas de Preinicio en el Comportamiento de Pollos de Engorde. Revista Cubana de Ciencia Avícola. 26: 151-158.

MATEOS, G.G; LAZARO, R; GRACIA, M.I. 2002. Modificaciones Nutricionales y Problemática Digestiva en Aves. XVII Curso de Especialización FEDNA: "Avances en Nutrición y Alimentación Animal". Madrid, España. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. pp13.37.

MILES, R.D; JACOB, P. 1997. Fishmeal: Understanding Why this Feed Ingredient is so Valuable in Poultry Diets. University of Florida. IFAS extention. Deis. PS30. [en línea].

<http://www.edis.ifaus.ufl.edu/PS007>

[consulta: 20 Enero 2007]

MUMPHREYS LTDA. 2004. Clasificadora de Riesgo. Reporte Especial. Mercado Avícola Chileno.

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: 155.

NITSAN, Z; BEN-AVRAHAM, G; ZOREF, Z; NIR, I. 1991. Growth and Development of the Digestive Organs and Some Enzymes in Broiler Chicks After Hatching. British Poultry Science. 32: 515-523.

NOY, Y.; SKLAN, D. 1997. Post hatch development in poultry. Journal Applied Poultry Research. 6 :344-354.

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: 113-124.

NOY, Y; SKLAN, D. 2003. Crude Protein an Essential Amino Acid Requirements in Chicks During the First Week Posthatch. British Poultry Science. 44: 266-274.

OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS. (ODEPA) 2006. Ministerio de Agricultura. Gobierno de Chile.

[en línea].

<<http://www.odepa.cl/odepaweb/jsp/odepad.jsp>>.

[consulta 29 Septiembre 2006].

PENZ, M; VIEIRA, S. 1998. Nutricao na Primeira Semana. Simposio Internacional sobre Manejo de Pintos de Corte na primera Semana. Conferencia Apinco. 98:121-138.

POKNIAK, J. 2002. Alimentos Concentrados Proteínicos. Apunte docente. U. de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. Dpto. Fomento Producción Animal. pp. 1-13.

PRODARIM, 2006. Producción Avícola Tradicional. [en línea].

<http://www.puc.cl/sw_educ/prodanim/aves/si6.htm>

[consulta 5 marzo 2006]

PROFISH, 2006. [en línea]

<<http://www.profish.cl/espanol/index.htm>>

[consulta 01 Junio 2006].

SAKI, A; IJI, P.A; SAKI, A; TIVEY, D.R. 2001. Body and Intestinal Growth of Broiler Chicks on a Commercial Starter Diet. Development and characteristics of intestinal enzymes. British Poultry Science. 42: 514-522.

SELL, J.L. 1997. Últimos Avances en Nutrición de Aves. Departamento de Producción Animal. Universidad de Iowa. Ames, IA U.S.A.

SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO (SAG). 2007. Ministerio de Agricultura. Gobierno de Chile.

[en línea]

<http://www.sag.gob.cl/portal/page?_pageid=116,49122&_dad=portal&=schema=PORTAL

SILVA, A; NASS, I. 2004. Equipamentos de um programa de luz para frangos de corte. Producao de frangos de corte. Facta 5. 157-168p.

STATISTICAL ANALISYS SYSTEM (SAS). Learning Edition 2.0 (2.1.40). Licensed to UNIVERSIDAD DE CHILE, Site 0000514771.

UNI, Z; GANOT, S; SKLAN, D.1998. Posthatch Development of Mucosal Function in the Broiler Small Intestine. Poultry Science 77: 75-82.

VÁSQUEZ, M; LUNA, P 2005. Proteínas en Nutrición Artificial. [en línea]

http://www.senpe.com/docs/docs_monografias/prot/renal.pdf

[consulta 15 Agosto 2006].

VENTURINO, J. 2005. Manejo de Parrilleros en las Primeras Semanas de Vida.

[en línea]

<http://www.produccionbovina.com/produccion_avicola/33-manejo_parrilleros.pdf>

[consulta 10 Mayo 2006].

VIOQUE, J; MILLÁN, F. 2005. Los Péptidos Bioactivos en Alimentación: Nuevos Agentes Promotores de Salud. *Agrosic. CTC Alimentación* 26: 103-107.

WIJTEN, P.J.A; PRAK, R; LEMME, A; LANGHOUT, D:J. 2004. Efecto f Different Dietary ideal proteína concentrations on broiler performance. *British Poultry Science*. 45: 504-511.

Anexo 1. Composición (% de la dieta en base fresca) y aportes nutricionales de las dietas de preinicio de pollos broiler suplementadas con hidrolizados proteicos de pescado y/o proteína vegetal¹

INGREDIENTES (%)	TRATAMIENTOS				
	Control Maíz Soya (1)	Biosh® al 3,4% (2)	Biocp® al 3,4% (3)	Biosh® 1,6% + 2% Gluten Maíz A (4)	Biosh® 1,6% + 2% Gluten Maíz B (5)
Maíz nacional	52,813	56,355	56,483	52,466	52,664
Soya, afrecho	29,626	28,880	29,506	29,554	29,343
Soya, poroto	10,000	6,997	6,240	10,000	10,000
Pescado, harina	-	-	-	-	-
Trigo, afrechillo	-	-	-	-	-
Maíz, gluten	2,972	-	-	-	-
Fosfato defluorinado	2,007	1,922	1,938	1,945	1,951
Aceite vegetal	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Conchuela	0,525	0,614	0,586	0,575	0,571
Sal	0,178	0,175	0,192	0,193	0,191
Lisina, HCl	0,178	-	-	0,042	0,049
Metionina, DI	0,249	0,245	0,243	0,218	0,221
L-Treonina	0,053	0,012	0,012	0,007	0,010
Premix Vitaminas (2)	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Premix Mineral (3)	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Biosh® (EP-300)	-	3,400	-	1,600	1,600
Biocp® (lote 8072)	-	-	3,400	-	-
Gluten Maíz-A	-	-	-	2,000	-
Gluten Maíz-B	-	-	-	-	2,000
Promotor de crecimiento (4)	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Anticoccidial (5)	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Composición Nutricional Calculada por Formulación					
Proteína cruda, %	23,210	22,540	22,440	23,610	23,470
EMAn, kcal/kg	2,950	2,950	2,950	2,950	2,950
Lisina, %	1,380	1,380	1,380	1,380	1,380
Metionina, %	0,607	0,625	0,624	0,607	0,610
Met+Cis, %	1,009	1,007	1,006	1,012	1,011
Triptofano, %	0,273	0,276	0,276	0,283	0,281
Treonina, %	0,952	0,956	0,956	0,956	0,956
Calcio, %	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
P disp., %	0,480	0,480	0,480	0,480	0,480
Sodio, %	0,203	0,222	0,222	0,218	0,217
Cloro, %	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180
Potasio, %	1,008	0,982	0,969	1,022	1,018

(1): Valores tabulares, base de datos para formulación de raciones de pollos broiler, Javier González F. (Comunicación Personal).

(2): Premezcla vitaminas (aporte por kg de alimento): 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 Centrovét, Chile.

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

(4): BMD® Bacitracina Metileno Disalicilato 11% Alpha Inc. New Jersey; EE.UU.

(5): Clinacox® 0,5%. Cansen Pharmaceutica N.V. Beerse, Bélgica.

Anexo 2. Composición (% de la dieta en base fresca) y aportes nutricionales de las dietas de Inicio, Intermedio y Final de pollos broiler suplementadas con hidrolizados proteicos de pescado y/o proteína vegetal durante el período de preinicio¹.

INGREDIENTES (%)	Dieta		
	Inicio 15-24 días	Intermedio 25-35 días	Final 36-43 días
Maíz nacional	50,911	55,177	62,444
Soya, afrecho	27,675	19,745	10,765
Soya, poroto	2,000	14,000	17,000
Pescado, harina	-	-	-
Trigo, afrechillo	0,412	2,000	2,000
Maíz, gluten	3,000	3,000	2,000
Fosfato dicálcico	1,875	1,628	1,397
Aceite de Pollo	2,000	2,500	2,500
Conchuela	1,065	0,952	0,938
Sal	0,377	0,376	0,382
Lisina, HCl	0,088	0,074	0,106
Metionina, DI	0,198	0,163	0,168
L-Treonina	-	0,010	-
Premix Vitaminas (2)	0,200	0,200	0,200
Premix Mineral (3)	0,100	0,100	0,100
Promotor de crecimiento (4)	0,05	0,025	-
Anticoccidial (5)	0,05	0,050	-
Composición Nutricional Calculada por Formulación			
Proteína cruda, %	22,790	20,24	16,97
EMAn, kcal/kg	3,000	3,100	3,200
Lisina, %	1,300	1,126	0,970
Metionina, %	0,553	0,490	0,450
Met+Cis, %	0,950	0,850	0,760
Triptofano, %	0,270	0,235	0,194
Treonina, %	0,890	0,798	0,663
Calcio, %	1,000	0,880	0,800
P disp., %	0,450	0,400	0,350
Sodio, %	0,180	0,180	0,180
Cloro, %	0,281	0,275	0,281
Potasio, %	0,992	0,878	0,744

(1): Valores tabulares, base de datos para formulación de raciones de pollos broiler, Javier González F. (Comunicación personal).

(2): Premezcla vitaminas (aporte por kg de alimento): 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 Centrovét, Chile.

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

(4): BMD® Bacitracina Metileno Disalicilato 11% Alpharma Inc. New Jersey; EE.UU.

(5): Clinacox® 0,5%. Cansen Pharmaceutica N.V. Beerse, Bélgica.

Anexo 3. Análisis químico proximal de las muestras utilizadas en las dietas de preinicio de pollos broiler suplementadas con hidrolizados proteicos de pescado y/o proteína vegetal¹.

Muestra	Ceniza (%)	Grasa (%)	Humedad (%)	Proteína (%)	Sal (%)	Calcio (mg/Kg)	P (%)
Biosh®	6	13.6	6	74	2	137.4	0.8
Biocp®	5.1	19.1	6.2	70.1	1.5	295	0.71
GMA	3.8	2.1	6.9	63.4	<0.1	73.3	0.65
GMB	2.4	2.6	11.8	60.3	<0.1	75.5	0.51

(1): Información aportada por Profish, S.A.

Anexo 4. Perfil de aminoácidos de los distintos tratamientos¹.

Aminoácidos	Biosh®	Biocp®	GMA	GMB
Acido Aspártico	10.57	10.57	3.6	3.6
Serina	3.88	3.88	3.1	3.1
Acido Glutámico	13.2	13.2	13.8	13.8
Glicina	7.14	7.14	1.6	1.6
Histidina	4.12	4.12	1.2	1.2
Arginina	6.28	6.28	1.9	1.9
Treonina	4.61	4.61	2.0	2.0
Alanina	6.57	6.57	5.2	5.2
Prolina	4.86	4.86	5.5	5.5
Tirosina	3.15	3.15	2.9	2.9
Valina	5.19	5.19	2.7	2.7
Lisina	7.61	7.61	1.0	1.0
Isoleucina	4.35	4.35	2.3	2.3
Leucina	7.21	7.21	10.1	10.1
Fenilalanina	4.1	4.1	3.8	3.8
Cistina	0.84	0.84	1.1	1.1
Metionina	2.43	2.43	1.9	1.9
Triptófano	0.88	0.88	0.3	0.3
Taurina		1.05		

(1): Información aportada por Profish, S.A.