



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



**EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE  
SOBREHIDROLIZADOS PROTEICOS DE PESCADO,  
(*ACTIVIUM*®) EN LA DIETA DE PREINICIO DE  
POLLOS BROILER, A TRAVÉS DE CARACTERÍSTICAS  
DE LA CANAL Y CRECIMIENTO DE MUSCULOS  
SELECCIONADOS DE PECHUGA Y MUSLOS**

**MARIO ANDRÉS HERRERA CÉSPEDES**

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

**PROFESOR GUÍA: DR. ALEJANDRO LÓPEZ VILLANUEVA**

**SANTIAGO – CHILE  
2010**



# UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS  
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS



## EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE SOBREHIDROLIZADOS PROTEICOS DE PESCADO, (*ACTIVIUM*®) EN LA DIETA DE PREINICIO DE POLLOS BROILER, A TRAVES DE CARACTERISTICAS DE LA CANAL Y CRECIMIENTO DE MUSCULOS SELECCIONADOS DE PECHUGA Y MUSLOS

**MARIO ANDRES HERRERA CÉSPEDES**

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

NOTA FINAL: .....

	NOTA	FIRMA
PROFESOR GUÍA : ALEJANDRO LÓPEZ V.	.....	.....
PROFESOR CONSEJERO: SERGIO CORNEJO V.	.....	.....
PROFESOR CONSEJERO: PILAR OVIEDO H.	.....	.....

SANTIAGO, CHILE  
2010

Esta memoria fue realizada en la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile, bajo la dirección del Dr. Alejandro López Villanueva. La realización de este trabajo tuvo el Financiamiento del Proyecto INNOVA BIO BIO N° 06-IE-SI-86 (2007).

## RESUMEN

En el presente estudio se evaluó el efecto de inclusión en la dieta de Preinicio (1-15 días de edad) de pollos broiler con distintos hidrolizados proteicos de pescado (Activium®), sobre características de la canal y crecimiento de músculos seleccionados de pechuga y muslos.

Este estudio fue llevado a cabo durante 35 días con 630 pollos broiler machos divididos aleatoriamente en 30 corrales de piso con 21 pollos cada uno. Se formuló y usó una dieta control en base a Maíz-Soya (M-S). Todas las dietas experimentales fueron formuladas isoproteicas e isoenergéticas, sólo se diferenció en la incorporación de distintos hidrolizados proteicos de pescado (BioCP®, EP-119, EP-120, EP-125 y EP-129). Los pollos fueron alimentados con las dietas experimentales desde la eclosión hasta los 15 días de edad. Luego, todos fueron alimentados con las mismas dietas según período (Inicio, Intermedio y Final) y requerimientos nutricionales de la línea genética utilizada (Ross 308). Los pollos fueron mantenidos con un régimen de alimentación *ad-libitum* y consumo de agua a discreción.

Tanto a los 15 como a los 35 días se muestrearon y sacrificaron 15 aves por tratamiento, procediéndose luego a remover el trutro largo derecho y la pechuga de cada ave y registrándose su peso. Posteriormente, se removieron los músculos *pectoralis*, *gastrocnemius* y *fibularis longus*, de los cuales también se registró el peso. Estos datos fueron utilizados para calcular los distintos rendimientos. Para el análisis estadístico se llevó a cabo una ANDEVA y, ante diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ), una prueba de Tukey.

Como resultado, todos los grupos con hidrolizados incluidos, se diferenciaron del control Maíz-Soya, con valores superiores. Cuando se comparan los tratamientos con los distintos hidrolizados para la variable peso de sacrificio, se aprecia la superioridad del EP-120 y EP-129, que a pesar de no diferenciarse del EP-119 y del control BioCP, muestran valores de peso vivo algo mayores estadísticamente ( $p < 0,05$ ) del tratamiento control. Sin embargo, cuando se expresan los pesos de pechuga y trutro como porcentaje del peso vivo, desaparecen todas las diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos, haciendo difícil señalar alguna ventaja de los hidrolizados probados sobre rendimientos porcentuales de las piezas anatómicas de mayor valor comercial, en relación al peso de su correspondiente canal. El impacto positivo del empleo de los hidrolizados proteicos fue entonces sobre el crecimiento total del ave en peso vivo.

A los 35 días no se alcanzaron diferencias estadísticas entre tratamientos para ninguno de los músculos en estudio. Así, nuevamente se aprecia que el efecto favorable de los hidrolizados proteicos apreciados a los 15 días del ensayo, desaparece con la edad. Por lo tanto, se concluye que más estudios son necesarios con respecto al uso de hidrolizados proteicos de pescado, como ingrediente en las dietas para pollos broiler.

## SUMMARY

In this experiment, to assess the potential effect of dietary inclusion of fish protein hidrolysates (Activium®) in starter diet (1-15 days old) on carcass characteristics and selected growth of breast muscles and thighs.

This study was carried out in 35 days feeding trial with 630 broiler chicks divided randomly into 30 pens floor with 21 chicks each. A corn-soy (C-S) based diet was formulated and used as control diet. All experimental diets were formulated isonitrogenous and isoenergetics, the only difference was the addition of different fish protein hidrolysates (BioCP®, EP-119, EP-120, EP-125 and EP-129). Birds were fed with experimental diets from hatch to day 15. After that, all birds were fed with the corresponding same diets according age (Initial, Intermediate and Final) and nutritional requirement for genetic line (Ross 308). Free access to water was allowed at anytime.

For the evaluation, 15 birds per treatment were sampled and sacrificed at 15 and 35 days. Then, the right hind limb and the breast of each bird were removed and their weight was recorded. In the next step, the *pectoralis*, *gastrocnemius* and *fibularis longus* muscles were removed and their weight was also recorded. All this data was used to calculate different ratios (yields). The statistical análisis was performed using an ANOVA. Significant differences ( $p \leq 0,05$ ) were analyzes using a Tukey test.

As a result, all groups with hidrolysates included, differed from the corn-soy control, with higher values.

When comparing different treatments for the variable weight hidrolysates of sacrifice, shows the superiority of the EP-120 and EP-129, which although not distinguished from the EP-119 and control BioCP show something live weight values statistically higher ( $p < 0.05$ ) of control treatment.

However, when weights are expressed as a percentage trutro breast and body weight, disappear all the statistical differences between different treatments, making it difficult to draw any advantage from the hidrolysates tested on percentage returns of the pieces of greater commercial value in the weight of the corresponding channel. The positive impact of the use of protein hidrolysates was then on the overall growth of the poultry in live weight.

At 35 days were not reached statistical differences between treatments for any of the muscles under study, but still, the values shown are remarkably similar between treatments. So, again shows that the favorable effect of protein hidrolysates valued at 15 days test disappears with age, diluted with time.

Therefore, it was concluded that more studies are required in this area, regarding the use of fish protein hidrolysates as feed ingredient for broiler chicks.

# ÍNDICE

	Página
<b>1. Introducción</b> .....	5
<b>2. Revisión Bibliográfica</b> .....	6
2.1.-Antecedentes.....	6
2.1.1.- Mercado Internacional de la carne de ave.....	7
2.1.2.- Situación Nacional.....	8
2.1.3.- Importación de carne de ave.....	10
2.1.4.- Exportación de carne de ave.....	11
2.2.- Características Genéticas .....	12
2.3.- Fisiología Digestiva del pollo.....	14
2.3.1.- Actividad Enzimática.....	14
2.3.2.- Digestión y Absorción.....	16
2.4.- Desarrollo Muscular del pollo broiler.....	17
2.5.- Nutrición y Alimentación de los pollos broiler.....	22
2.5.1.- Generalidades.....	22
2.5.2.- Energía.....	26
2.5.3.- Lípidos .....	27
2.5.4.- Carbohidratos.....	29
2.5.5.- Proteínas.....	30
2.5.6.- Vitaminas y Minerales.....	35
2.5.7.- Agua.....	35
2.5.8.- Dietas de Preinicio .....	36
2.6.- Fuentes Proteicas en Dietas de pollos broiler .....	38
2.6.1.- Antecedentes.....	38
2.6.2.- Glutem de Maíz.....	39
2.6.3.- Afrecho de Soya .....	40
2.6.4.- Harina de Pescado .....	41
2.6.5.- Hidrolizados Proteicos de Pescado .....	43
2.6.6.- Hidrolizados Proteicos de Pescado: BIOCP® y ACTIVIUM®.....	47
2.7.- Péptidos Bioactivos.....	49
<b>3. Hipótesis</b> .....	53
<b>4. Objetivos</b> .....	53
<b>5. Material y Métodos</b> .....	54
5.1.- Diseño Experimental .....	54
5.2.- Mediciones .....	58
5.3.- Análisis Químico de las Dietas .....	59
5.4.- Análisis Estadístico .....	63

<b>6. Resultados y Discusión</b> .....	64
6.1.- Análisis Químico de las Dietas .....	64
6.2.- Evaluación del Crecimiento de Pechuga y Muslo al Finalizar el Periodo de Preinicio.....	65
6.3.- Evaluación del Crecimiento de los Músculos Gastrocnemio, Peroneo Largo y Pectorales al Finalizar el Periodo de Preinicio .....	67
6.4.- Evaluación del Rendimiento Carnico al término del Estudio .....	69
6.5.- Evaluación del Crecimiento de Pechuga y muslos al Término del Estudio ...	70
6.6.- Evaluación del Crecimiento de los Músculos Gastrocnemio, Peroneo Largo y Pectorales al finalizar el Estudio .....	72
6.7.- Mortalidad .....	73
<b>7. Conclusiones.....</b>	76
<b>8. Bibliografía.....</b>	77
<b>ANEXO N° 1</b> .....	87
<b>ANEXO N° 2</b> .....	88

## 1.-INTRODUCCIÓN

La industria avícola ha tenido un explosivo crecimiento y desarrollo en los últimos años, pasando de ser un sistema de tenencia de pequeños productores a empresas verticales y especializadas en carne y huevo. Dentro de este crecimiento, el de mayor relevancia ha sido la producción de pollos broiler, convirtiéndose en la principal fuente de proteína animal en el mercado doméstico. Este crecimiento se debe fundamentalmente a que la industria nacional invierte en tecnología, procesos productivos y capacitación, con especial preocupación por los temas relacionados con la alimentación, sanidad animal, trazabilidad, bienestar animal y sustentabilidad medioambiental. Además, el sector ha mantenido una fuerte campaña de publicidad, haciendo énfasis en la condición saludable del producto y diversificando su presentación.

La incorporación de biotecnología más avanzada en los procesos de nutrición animal, utilizando un sobre-hidrolizado proteico de pescado, está orientado a desarrollar e introducir al mercado un producto que ha sido sometido a una hidrólisis severa, altamente controlada. Este proceso generaría péptidos de bajo peso molecular (200-3000 Dalton), optimizados para lograr un positivo impacto metabólico, más allá de lo netamente nutricional, como es el caso de los péptidos bioactivos. Estos actúan como inductores en el proceso de nutrición de las especies, estimulando las funciones intestinales que se reflejarán posteriormente en un mayor crecimiento, mejores conversiones de alimento y aumento del peso de músculos relevantes.

Por otra parte, la utilización de la harina de pescado, como importante fuente de proteína de buena calidad para la nutrición animal, especialmente la avícola, tiene el inconveniente de presentar un bajo valor agregado. Al introducir la hidrólisis enzimática en el proceso de producción de la harina de pescado permitiría aumentar su calidad nutricional.

Se estima que la oferta de pescado no crecerá en el futuro e inclusive tenderá a disminuir, mientras que la producción avícola seguirá creciendo en un porcentaje importante. Esto desafía a utilizar productos más sofisticados, que a menores dosis de incorporación tengan una mayor eficiencia productiva, sobre todo en la alimentación de pollos broiler a edades más tempranas donde el sistema digestivo está aún inmaduro y donde el valor agregado de estos productos se justifica por la menor cantidad de alimento consumido, que en la industria avícola es el costo más importante.



## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 ANTECEDENTES**

El aumento en la demanda de pollo está influenciado por los altos índices de crecimiento en ingresos y población. Los productos avícolas representan un 40% del consumo global de proteína animal y tienen el porcentaje de crecimiento anual más alto en consumo, de un 2,6%. Se abren entonces oportunidades para cambios estratégicos, para ampliar las capacidades de producción y tener un producto final con un procesamiento más elaborado (APA, 2010).

La demanda de carne en los países en desarrollo adquiere una creciente importancia en los mercados internacionales, apoyada por aumentos de la población y sus ingresos y fortalecida por tendencias demográficas que incluyen urbanización y cambios en los hábitos y dietas alimenticias con mayores contenidos de proteína y, en general, niveles más altos de consumo de carnes. Así, de mantenerse las tendencias de crecimiento económico en el mediano plazo para los países en desarrollo, las proyecciones son, en general, optimistas para el sector del mercado de la carne (ODEPA, 2010).

La producción de carne de ave se caracteriza por ser una industria dinámica, en la cual el producto terminado se obtiene en un corto período (7-8 semanas), por lo tanto existe una alta rotación de aves. Esto, agregado a una alta densidad de animales por metro cuadrado, obliga a tener un estricto control sanitario, alimenticio y de manejos, en general. En las aves se habla de líneas genéticas más que de razas, debido a que éstas son híbridos y el nombre corresponde al de la empresa que las produce.

Las características que se buscan en líneas de carne son:

- Gran velocidad de crecimiento
- Alta conversión de alimento a carne
- Buena conformación
- Alto rendimiento de la canal
- Baja incidencia de enfermedades

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. La línea padre aporta las características de conformación típicas de un animal de carne: tórax ancho y profundo, patas separadas, buen rendimiento de canal, alta velocidad de crecimiento. En la línea madre se concentran las características reproductivas de fertilidad y producción de huevos (SERAGRO, 2008).

### **2.1.1 MERCADO INTERNACIONAL DE LA CARNE DE AVE**

Las estimaciones de producción mundial de carnes de ave para el año 2009 indican que ésta alcanzará a 282 millones de toneladas, lo que es marginalmente superior a la producción del año 2008. Sin embargo, las perspectivas para el año 2010 son mejores, en la medida que las economías más grandes retoman su crecimiento positivo. Las mejoras en los retornos económicos para los productores anticipan un incremento en la producción mundial de carnes que, para el año 2010, alcanzaría a 286 millones de toneladas (ODEPA, 2010).

Respecto a la producción mundial de carne de ave, estimaciones indican que en 2009 se alcanzarán 91,9 millones de toneladas, lo que es levemente superior al año 2008, pero un valor más bajo que el proyectado anteriormente. En esta estimación se considera que el comportamiento de Brasil y China fue peor que el esperado inicialmente y que la producción en EE.UU. disminuiría en 4%, lo que redundará en un estancamiento en la producción mundial. Si estas estimaciones se convierten en realidad, sería la primera vez, desde que se mantienen registros, que la producción mundial de carne de aves no muestre algún nivel de crecimiento. En contraste, se estima que la producción de China crecerá en 2%, llegando a 15,4 millones de toneladas. También se espera una expansión en la producción de carne de ave en India, Indonesia, Filipinas y Tailandia, donde una mejor relación entre el precio de alimento y el del pollo ayuda a atenuar la presión financiera de los avicultores. En Europa, el crecimiento de la producción de Rusia ha sido corregido al alza y actualmente se estima en 12%. Para la Unión Europea, con una relación precio del pollo y el alimento deteriorado, se espera un crecimiento de sólo 1% en 2009 (ODEPA, 2010).

En relación al comercio mundial de carne de ave en 2009, las perspectivas iniciales son negativas, debido a que se anticipa una disminución de 4%, llegando así a 9,8 millones de toneladas. La baja en las exportaciones mundiales de carne de ave se asociaría principalmente con Brasil y EE.UU., los principales abastecedores internacionales, que en conjunto son responsables del 70% del comercio mundial. En Brasil, los envíos de carne de ave disminuyeron, debido a la imposición de restricciones a las exportaciones, el fortalecimiento de la moneda local, la baja en la disponibilidad de créditos y la reducción de la demanda en mercados claves. El único destino donde las exportaciones brasileñas de carne de ave mostraron crecimiento fue el Cercano Oriente, debido en parte a la disminución de los aranceles de importación en Arabia Saudita (ODEPA, 2010).

Las perspectivas para el comercio internacional de carne de ave en 2010 son de una ligera expansión de 2%. Los embarques desde Brasil se han intensificado a partir de fines de 2009 y, condicionado a que esta tendencia continúe, las exportaciones en 2010 podrían aumentar en 5% (ODEPA, 2010).

### **2.1.2 SITUACIÓN NACIONAL**

La industria avícola nacional es la principal productora de carnes en Chile. Con 604.048 toneladas, fue responsable del 44,9% de la producción total de carnes en el año 2009.

Esta producción proviene de una industria altamente concentrada, tanto geográficamente como en número de productores. Durante el año 2009, el 96,4% de la producción provino de las regiones de Valparaíso, Metropolitana y del Libertador Bernardo O'Higgins (ODEPA, 2010).

A partir del año 1986, la industria ha mostrado un crecimiento sostenido en producción, donde sólo en dos ocasiones se produjo una leve baja respecto al año anterior. Éstas correspondieron a la presentación del brote de influenza aviar en 2002 y al incendio de la planta San Vicente en 2007(ODEPA, 2010).

Los aumentos de la producción han tenido dos destinos: el consumo interno y el mercado externo. La disponibilidad aparente de estas carnes a nivel nacional se había estabilizado en

alrededor de 33 kilos por habitante. Sin embargo, en el año 2009, como consecuencia de la crisis económica, disminuyó a 31,9 kilos (ODEPA, 2010).

Respecto al proceso exportador, continúa el esfuerzo para aumentar el acceso a diferentes mercados. Se trabaja en distintas áreas, tales como mejorar las condiciones de acceso, obtener reconocimiento sanitario por parte de nuevos países y ampliar el número de plantas habilitadas para exportar a ciertos mercados. La condición sanitaria es uno de los pilares en que se basa el desarrollo del sector. Esta condición se encuentra bajo amenaza constante, por lo cual el Servicio Agrícola y Ganadero realiza acciones permanentes para evitar el ingreso de plagas y enfermedades y actuar rápida y eficazmente frente a un brote. En agosto de 2009 se demostró la eficiencia en la respuesta del sector ante un brote de influenza aviar N1H1 en pavos de la Región de Valparaíso. Para enfrentar esta situación actuaron coordinadamente los sectores público y privado, lo que permitió controlar rápidamente la enfermedad (ODEPA, 2010).

Durante el año 2009, el beneficio nacional de aves mostró un incremento de 2% respecto al año anterior. Esta alza está marcada fundamentalmente por el aumento en la faena de pollos broiler (2,7%), compensado parcialmente por una reducción en pavos (-10,4%), resultado del apareamiento de un brote de influenza tipo A que afectó a granjas de reproductoras, causando una baja en la postura. De los 236,3 millones de aves beneficiadas, 95% correspondió a pollos broiler y 3,9% a pavos. Estas participaciones pueden compararse con las de 2008, que eran de 94,4% y 4,4%, respectivamente (ODEPA, 2010).

Es interesante observar que el número total de aves beneficiadas en 2009 fue 1,7% superior al beneficio más alto registrado en Chile hasta la fecha, que correspondía a 232,3 millones de aves durante el año 2006. La distribución del beneficio en los diferentes meses del año es bastante estable, fluctuando entre 18 y 21,8 millones de aves. El mes que tradicionalmente presenta los beneficios más altos es el mes de diciembre (ODEPA, 2010).

En relación a la producción de carne de ave en Chile, en el año 2008 se revirtió la disminución presentada en 2007, llegando a 611 mil toneladas de carne de ave, lo que

representó un incremento de 5,2% respecto al año anterior. Se observó crecimiento en la producción de las carnes de todas las especies de aves, a excepción de las gallinas, que disminuyeron en 3%. Sin embargo, durante el año 2009 se produjeron 604 mil toneladas de carne de ave, lo que significó una disminución de 1,2% con respecto al año 2008. En términos precisos, esta baja se originó en una disminución de 11,1% en la producción de carne de pavo, ya que la producción de carne de pollos broiler aumentó levemente (0,7%). En el año 2009 se registró una disminución en la producción, tanto de carnes rojas como blancas (ODEPA, 2010).

### **2.1.3 IMPORTACIONES DE CARNE DE AVE**

Argentina es el principal proveedor de carne de ave para Chile. Sus envíos se iniciaron en el año 2003, y luego de cinco años de crecimiento constante en los volúmenes enviados a Chile, a una tasa promedio anual de 93,3% durante el período 2003-2007, en el año 2008 se produjo una reducción de 5,6%. Es así como en ese año ingresaron 23.821 toneladas procedentes desde este origen (97,3% del total de carne de ave importado durante 2008), por un total de US\$ 40,1 millones. El 3,7% restante correspondió al inicio de las importaciones desde EE.UU., las cuales alcanzaron a 656 toneladas, por un valor de US\$ 1,3 millones (ODEPA, 2010).

En términos totales, el año 2008 mostró una disminución de 3% en el ingreso de carne de ave, que alcanzó a 24.477 toneladas. Sin embargo, el valor de dichas importaciones creció 20,2% en comparación con el año 2007, llegando a US\$ 41,4 millones. En el año 2009 se produjo un aumento tanto del volumen como del valor de las importaciones de carne de ave (46% y 18%, respectivamente), en relación al año 2008. Es así como se importaron 35.736 toneladas, por un valor de US\$ 48,9 millones. Además, durante el año 2009, en el mes de marzo se incorporó Brasil como proveedor de carne de aves (ODEPA, 2010).

En relación al tipo de producto importado durante el año 2009, el 100% correspondió a carnes de ave congeladas. Argentina fue origen de 87,4% de los envíos totales, en los

cuales 47,5% correspondieron a gallo o gallina sin trocear y 39,9% a trozos y despojos comestibles de gallo o gallina. Brasil se transformó en nuestro segundo proveedor de carne de ave, en términos de volumen y valor, con 11,2% del volumen total. Finalmente, EE.UU. participó con el 1,3% del total (ODEPA, 2010).

#### **2.1.4 EXPORTACIONES DE CARNE DE AVE**

Las exportaciones de carne de ave en el año 2009 llegaron a 99.362 toneladas. Esto representa un aumento de 27,4% en relación al volumen exportado en 2008. El crecimiento de los volúmenes exportados está fuertemente marcado por el incremento en las carnes de pollo. Estas exportaciones llegaron a 38 destinos diferentes, generando un total de US\$ 201 millones, lo que implica una variación positiva de 8,7% respecto al año 2008 (ODEPA, 2010).

Las exportaciones de carne de pollo en el año 2009 correspondieron a 81,9% del volumen total de carne de ave exportado. Mientras ellas crecieron 33,1% en cantidad y 13,5% en valor respecto al año anterior (ODEPA, 2010).

Los destinos más importantes en cuanto a valor correspondieron a México, Reino Unido y China, con 33,7%, 18,8% y 7,4% del valor total exportado, respectivamente. La incorporación de China relegó a Hong Kong, que era la vía de ingreso a China, al cuarto lugar. La Unión Europea, que mostró un crecimiento de 54,7% en el volumen de carne de ave enviado entre los años 2008 y 2009, es uno de los mercados más interesantes para la carne de ave chilena. En este destino, que recibió el 19,5% de las exportaciones chilenas de carne de ave, se alcanzaron los precios más altos: US\$ 3,4/kilo, siendo el promedio general US\$ 2,7/kilo. De esta manera, la UE generó el 36,3% de los retornos de las exportaciones de carne de ave. Se observa un 174% de crecimiento en los volúmenes exportados de preparaciones de pollo en el año 2009 (ODEPA, 2010).

Si bien Chile es actualmente un mercado abierto a las importaciones de aves desde Argentina y Estados Unidos, los volúmenes ingresados hasta la fecha son bajos y el

crecimiento que se observó en años anteriores desde Argentina se ha estancado. El gran desafío de la industria nacional es mantener su producción a niveles competitivos, sobre todo luego de que en el mes de febrero de 2008 Chile reconociera a los estados de Santa Catarina, Paraná y Sao Paulo como libres de la enfermedad de Newcastle y que en el mes de julio se habilitaran 12 plantas faenadoras brasileñas para exportar a Chile (ODEPA, 2010).

## **2.2.- CARACTERÍSTICAS GENÉTICAS.**

Actualmente, la crianza de los pollos Broiler se sustenta tanto en la genética como en la calidad de la dieta, lo que ha permitido lograr elevadas tasas de crecimiento. En la década de los 50 eran necesarios alrededor de 85 días para que un pollo de carne alcanzara un peso de 1.800 gramos, hoy este período se reduce a 43 días, y además se acompaña de una mejora en el índice de conversión de un 50% (Crespo, 2004).

El broiler es un híbrido seleccionado para ganar peso en un corto período de tiempo y con una alta eficiencia de conversión de alimento (Sturkie, 1967). Para la selección de los pollos, las características genéticas principales son el incremento del peso por la edad, el índice conversión y el rendimiento de pechuga, ya que éstas son las que producen mayor beneficio en la producción. Simultáneamente, el programa de cría asegura que estos avances en productividad coincidan con las de vitalidad y fortaleza de patas (Kemp y Kenny, 2003).

Es por esto que el notorio mejoramiento del pollo broiler actual puede ser atribuido al progreso genético, sin embargo, el notable avance en la nutrición y alimentación ha hecho posible que se aproveche mejor este cambio genético (Behnke y Beyer, 2000).

Esta tendencia continúa y destaca la importancia del crecimiento durante la primera semana de vida, que actualmente constituye el 16% del período de vida del pollo broiler. Durante este temprano periodo de crecimiento, la transición desde la absorción embrionaria de la yema a la utilización de alimento exógeno se acompaña de muchos cambios en los procesos de desarrollo. Esto incluye la maduración del sistema inmune, termorregulación y los

cambios en los patrones de crecimiento de los órganos de oferta (intestino, páncreas, hígado) y demanda (músculos y grasa) (Nitsan et al, 1991).

Diversos estudios muestran que la digestibilidad de los nutrientes por parte de los pollitos jóvenes aumenta con la edad, algunos de estos estudios incluyen la utilización de la grasa y otros la energía metabolizable (Nitsan et al, 1991).

Según Sturkie (1967), el objetivo de la alimentación en la producción de pollos es tener un consumo apropiado de una dieta balanceada para que alcancen el máximo de peso, en el mínimo de tiempo y con la mayor eficacia posible. Estas estrategias tienen en cuenta las condiciones locales, los costos de los ingredientes del alimento, la oferta, y las condiciones de composición y de mercado. El objetivo ideal será diferente, dependiendo de la empresa y variará con el tiempo, de acuerdo con los cambios de costos e ingreso que se produzcan. Es por esto que la meta del nutricionista moderno no será solamente lograr los costos mínimos, sino alimentar a las aves para obtener la máxima ganancia y asegurar que el potencial genético en aumento se traduzca en un mayor beneficio (Kemp y Kenny, 2003).

Por otro lado, el objetivo del productor de pollos broiler es maximizar la rentabilidad por kilogramo de carne producida. Este objetivo se logra, en la mayoría de las circunstancias, procurando la optimización de los indicadores productivos como ganancia de peso y conversión alimenticia. Los progresos logrados en la selección genética de estas aves exigen una comprensión cada vez mas profunda del desarrollo y fisiología del aparato digestivo con el objeto de permitir un adecuado aprovechamiento de los nutrientes contenidos en los ingredientes alimenticios. La selección genética no sólo ha modificado la tasa de crecimiento y eficiencia de la utilización de nutrientes sino también el desarrollo de los órganos involucrados en la digestión y absorción de éstos. La comprensión de estos factores inherentes a la fisiología del ave y su interacción con las características composicionales de los ingredientes alimenticios es necesaria para una adecuada nutrición, tendiente a optimizar la expresión del potencial genético (González, 2000).



## **2.3.- FISIOLÓGÍA DIGESTIVA DEL POLLO**

### **2.3.1.-ACTIVIDAD ENZIMÁTICA**

Las enzimas intestinales son responsables de la digestión final de la mayoría de las macromoléculas de la dieta y juegan un rol vital en regular la cantidad de nutrientes disponibles para la absorción. Aparte de la digestión, algunas de las enzimas pueden estar involucradas en otras funciones, incluyendo el transporte de nutrientes desde el intestino, la recepción de señales dentro de la célula y la regulación del crecimiento y diferenciación celular (Iji *et al.*, 2001).

Los pollitos recién eclosionados poseen una reserva de enzimas pancreáticas producidas durante el crecimiento del embrión, pero estas reservas no son suficientes para hidrolizar el sustrato en el lumen y para mantener sus concentraciones iniciales, por lo tanto, estos niveles enzimáticos caen pronto después de la eclosión (Nitsan *et al.*, 1991). La actividad de las enzimas digestivas, medidas en el páncreas y en el lumen intestinal, aumentan con la edad y están asociadas al incremento del alimento consumido y al tamaño del intestino, tanto en altura de la vellosidad como longitud del intestino. La actividad enzimática total por vellosidad es mayor en el duodeno, con vellosidades más largas, más que en el yeyuno o ileon (Iji *et al.*, 2001).

La actividad de las enzimas pancreáticas lipasa, tripsina y amilasa se incrementan con la edad, incluso en pollos que todavía no han consumido alimento. Las actividades de la tripsina y la amilasa cambian poco antes de la ingestión de alimentos (Corless y Sell, 1999). Krogdahl y Sell (1984) encontraron aumentos en actividades pancreáticas de la tripsina y de la amilasa durante los 21 días posteclosión y sugirieron que la actividad pancreática de la lipasa puede ser un factor limitador en la digestión de los lípidos en los pollos jóvenes. Además estos autores observaron que las secreciones de lipasa, tripsina y amilasa al duodeno aumentaron de 20 a 100 veces desde el día 4 al 21 de edad. La actividad de la lipasa aumentó menos y algo más lentamente que otras enzimas. La actividad de la lipasa en el intestino se requiere aun antes de la ingestión de alimentos, para efectuar la hidrólisis de los triglicéridos de la yema del huevo (Sklan y Noy, 2000).

La secreción de amilasa era relativamente baja a los 4 días, posiblemente debido a la falta de carbohidratos presentes en la yema del huevo, y después demostró un aumento relativamente rápido en la secreción con la edad (Noy y Sklan, 1995).

En general, las enzimas digestivas ya se encuentran en el tracto digestivo en la etapa embrionaria, pero parecen necesitar de sustratos que induzcan su actividad. Por ejemplo, la expresión de la sacarasa-isomaltasa es afectada por cambios en la dieta (Maiorka y Dahlke, 2006).

En conclusión, la secreción de enzimas digestivas en el pollito recién eclosionado podría ser un factor limitante en la digestión y en el consiguiente consumo de alimento y crecimiento. Es por esto que, al mismo tiempo que aumenta al peso de los órganos digestivos, es esencial que la actividad secretoria del páncreas alcance su máxima expresión a una edad temprana. La falta de actividad hidrolítica de las enzimas pancreáticas en el lumen del intestino disminuye la digestibilidad aparente de los componentes dietarios y reducen el crecimiento del ave (Nitsan *et al.*, 1991).

### **2.3.2.-DIGESTIÓN Y ABSORCIÓN**

La digestión es el proceso de descomponer macromoléculas complejas, tal y como se proporcionan en el alimento, en componentes más pequeños que puedan ser absorbidos hacia el sistema circulatorio portal. El proceso involucra cambios en las estructuras tanto físicas, como químicas, de la mayoría de los componentes de la dieta. Estos procesos incluyen la ingestión, maceración y molienda del alimento en la molleja, y la acción de las enzimas digestivas de la saliva, estomago, intestino y páncreas, de la bilis, del ácido clorhídrico, y también de la acción de bacterias (Leeson y Zubair, 2001).

Los alimentos avícolas consisten de una serie compleja de partículas que difieren no sólo en su composición química sino también en su tamaño, dureza, solubilidad y características iónicas. Bajo condiciones ideales, esta serie de partículas y sustancias químicas con

distintas características se degradan lentamente, paso a paso, conforme el alimento pasa de la cavidad bucal hacia el intestino grueso. La ruptura de las partículas es un proceso constante y el estomago muscular es el lugar principal para esta actividad. Las enzimas son en gran parte responsables de la degradación molecular, aunque el pH influye enormemente sobre su eficacia. Frecuentemente, la digestión se ve afectada negativamente por factores que hacen inaccesible el lugar de escisión normal de la enzima, por la acción de factores antinutricionales naturales o debido a condiciones de procesamiento negativas de los ingredientes o las dietas (Leeson y Zubair, 2001).

El tracto gastrointestinal del ave, a diferencia de los mamíferos, realiza un movimiento peristáltico inverso que es crítico para una función digestiva óptima. El reflujo gástrico permite que el material desde el estomago muscular reingrese al proventrículo para ser nuevamente sometidos a la acción del jugo gástrico. Esto es necesario para la actividad óptima de la tripsina y quimiotripsina producidas por el páncreas y secretadas al duodeno. La bilis es un líquido alcalino que funciona neutralizando los contenidos ácidos provenientes del proventrículo y el estomago muscular. Para este propósito el ducto biliar desemboca cerca del esfínter pilórico. Cuando la ingesta abandona el estomago muscular hacia el duodeno, la bilis es secretada desde el hígado y la vesícula biliar. Una vez que la descarga gástrica alcanza un pH favorable, la función digestiva del fluido pancreático se optimiza. El reflujo del intestino alto moviliza el quimo del duodeno y yeyuno nuevamente al área gástrica. Las aves utilizan este sistema único de peristalsis reversa en combinación con peristalsis normal para mezclar los jugos gástricos, la bilis y las enzimas pancreáticas con los componentes de la dieta. Este sistema bidireccional promueve una óptima digestión de grasas y otro material absorbible del tracto intestinal (Brake, 2002).

En resumen, la absorción de nutrientes por el intestino delgado ocurre después de la hidrólisis de las macromoléculas, iniciada por las hidrolasas gástricas, pancreáticas y finalmente, por las hidrolasas del borde en cepillo. El inicio de las secreciones gástricas y pancreáticas ocurre antes de la eclosión y aumenta con el consumo de alimento posteclosion (Bar-Shira y Friedman, 2005).

Por el contrario, las enzimas del borde en cepillo parecieran tener patrones de desarrollo temporales diferentes antes y después de la eclosión. Así, los lípidos son bien absorbidos cerca de la eclosión mientras que la absorción de glucosa y metionina aumenta después de la eclosión y es estimulada por la ingesta de alimentos (Sklan, 2001).

#### **2.4.-DESARROLLO MUSCULAR EN POLLOS BROILER**

El músculo esquelético comprende la mayor proporción de la masa animal, siendo además el mayor producto alimenticio. Es por este motivo que el entendimiento de los mecanismos que regulan el crecimiento muscular presentan consecuencias significativas para la producción avícola (Velleman, 2007).

Para poder determinar el nivel más apropiado de proteína en las aves comerciales, siempre hay que tomar en cuenta el costo de los insumos (ingredientes alimenticios) y el rendimiento (crecimiento, conversión alimenticia, viabilidad, rendimiento de la canal, etc.). Es necesario elevar al nivel óptimo la rentabilidad del proceso como un todo, vale decir, lo ideal es producir el mejor pollo broiler al menor costo posible (Kemp y Kenny, 2003).

Además de lo anterior, para una buena selección de los pollos broiler, las características genéticas principales son la mejora del peso por edad, el incremento del crecimiento y el rendimiento de pechuga, y que estas mejoras en productividad coincidan con las de viabilidad y fortaleza de extremidades (Kemp y Kenny, 2003).

En la actualidad, el peso corporal de los pollos aumenta aproximadamente 50 veces en 40 días, siendo uno de los éxitos de la industria avícola el seleccionar animales por el aumento en la tasa de crecimiento y de la masa muscular mientras mantiene la calidad de la carne. Para los criadores avícolas, esta maximización del crecimiento se ha enfocado en el desarrollo de carcasas más magras, especialmente para la pechuga, la cual corresponde a la parte más valiosa de la carcasa (Velleman, 2007).

La carne de pechuga de broiler contiene mínimos depósitos de grasa, lo cual es debido principalmente al metabolismo de sus fibras musculares. Estas dependen, en su mayoría, de la actividad glicolítica. A diferencia de la pechuga, la carne oscura, como la de los muslos, posee largos depósitos de grasa y un metabolismo por naturaleza oxidativo (Corzo y Kidd, 2004).

El crecimiento muscular puede ser dividido en dos etapas claramente diferenciables, denominadas hiperplasia e hipertrofia. La hiperplasia se refiere al crecimiento embrionario en el número de mioblastos, en cambio la hipertrofia es el crecimiento de la célula muscular en tamaño. Durante el periodo embrionario de desarrollo muscular, estos mioblastos se encuentran proliferando, diferenciándose en miotubos multinucleados y formando fibras musculares. Esto se logra mediante procesos de proliferación celular, migración, adhesión y fusión. Después de la formación embrionaria de fibras musculares, el número de éstas se encuentra definido, de manera tal que no se producen nuevas fibras después del nacimiento (Velleman, 2007).

No todas las fibras musculares se forman simultáneamente. El primer grupo de fibras musculares embrionarias en formarse se denominan fibras primarias, las cuales poseen un núcleo central. Rodeando las fibras primarias se encuentran las células miogénicas mononucleadas, las cuales se diferenciarán en las fibras secundarias. La posición de estas fibras musculares secundarias se basa en la localización de las fibras primarias. Después que se forman las fibras secundarias, la banda Z del sarcómero (unidad contráctil del músculo), las alineará formando una fibra muscular madura (Velleman, 2007).

Una vez determinado el número de fibras muscular y posterior a la eclosión, para que ocurra el crecimiento muscular debe haber un incremento en la síntesis proteica. Este incremento es consecuencia directa de más ADN, el cual resulta en un aumento en la transcripción y traducción. Sin embargo, para adquirir más ADN se requiere un incremento en el número de núcleos. Debido a que el número de núcleos derivados de los mioblastos se encuentra definido al nacimiento, los nuevos núcleos derivan de otro tipo celular

denominado células satélites. Después del nacimiento, las células satélites se fusionan con las fibras musculares existentes (Velleman, 2007).

En los primeros días de vida la actividad de las células satélites es crucial para el crecimiento muscular, pese a ser transitoria. En pollos broiler seleccionados por su rápido crecimiento muscular, la primera semana de vida resulta ser la más importante para este desarrollo (Moore *et al.*, 2005).

Simplemente incorporando más núcleos de células satélites en la fibra muscular no se logra la hipertrofia. El balance entre la síntesis y la degradación proteica debe modular este proceso. Para tener un incremento en el tamaño de la fibra muscular se requieren tasas de síntesis proteica mayores a las tasas de degradación (Velleman, 2007). A este respecto, se ha descrito que la eficiencia en el depósito de aminoácidos en la carcasa es máximo durante la primera semana de vida, disminuyendo posteriormente (Sklan y Noy, 2004).

Es posible influenciar mediante la alimentación el equilibrio entre la síntesis y la degradación proteica, siendo las tasas de síntesis y degradación proteicas una función de la ingesta de proteína y de lisina. Niveles de inclusión de lisina y proteína por sobre aquellos requeridos para un crecimiento óptimo incrementan la síntesis proteica. Sin embargo, el depósito de proteína se ve poco afectado debido a un incremento en la degradación proteica (Urdaneta-Rincón y Leeson, 2004).

Mientras la variación en la composición de la carne de la pechuga es mínima, su rendimiento puede ser más sensible a factores externos, entre los que destaca particularmente la nutrición. Pese a que el total de fibras musculares se encuentra establecido al momento de la eclosión, cualquier impedimento en el desarrollo durante la fase temprana de crecimiento afecta de forma adversa el rendimiento final de la pechuga (Corzo y Kidd, 2004).

Este efecto es menos marcado sobre otros músculos, aumentando la proporción de los muslos con respecto a la pechuga cuando las aves son sometidas a este tipo de restricciones nutricionales (Tesseraud *et al.*, 2003; Das *et al.*, 2008).

El efecto de la privación de alimento es progresivamente menor a medida que ésta se produce a edad más avanzada, mientras que aumenta conforme aumenta la selección genética para el crecimiento muscular (Halevy *et al.*, 2001; Tesseraud *et al.*, 2003).

El mayor crecimiento de la pechuga se logra aproximadamente 4 días después que el máximo crecimiento del peso corporal. Por este motivo, altos niveles dietéticos de aminoácidos, aunque no mejoran el peso corporal, todavía continúan incrementando el depósito de músculo en la pechuga, aumentando por lo tanto su rendimiento (Moran y Bilgili, 1993; Scheuermann *et al.*, 2003).

El músculo de la pechuga contiene una alta concentración de lisina tanto en pollos broiler como en pavos. La lisina, siendo normalmente el segundo aminoácido limitante en las dietas típicas de broiler, puede convertirse en un nutriente crucial si se desea la maximización del rendimiento de la pechuga. El suplemento de lisina por sobre los niveles recomendados incrementa el rendimiento de la pechuga (Corzo y Kidd, 2004).

El suplemento de lisina, mientras que todos los demás aminoácidos se mantienen constantes, demuestra que la incorporación de todos los aminoácidos a la carcasa aumenta. Cuando la lisina limita el crecimiento, el catabolismo de la lisina es bajo mientras el de todos los demás aminoácidos aumenta. En contraste, el catabolismo de todos los aminoácidos no limitantes disminuye inicialmente con el incremento de la lisina en la dieta hasta alcanzar un máximo, mientras que el catabolismo de la lisina se incrementa linealmente a medida que se incrementan las concentraciones dietéticas. Estos datos son consistentes con un modelo donde la incorporación a la carcasa es determinada por un aminoácido limitante hasta alcanzar una máxima incorporación a la ración, donde otro aminoácido pasa a ser limitante (Sklan y Noy, 2004).

La metionina, por ser el primer aminoácido limitante en las dietas de broiler, es tan importante como la lisina para el desarrollo de músculo. Algo similar sucede con la treonina y la isoleucina, siguientes aminoácidos limitantes. De esta forma, cada aminoácido limitante es crítico para el desarrollo de músculo en la pechuga. La alta demanda de aminoácidos por los músculos de la pechuga puede ser exacerbada debido a la alta síntesis proteica y actividad de depósito exhibida en estos músculos (Corzo y Kidd, 2004).

Pese a la importancia de la nutrición en el rendimiento de la pechuga, algunos factores no nutricionales que afectan este rendimiento son la selección genética, las prácticas de manejo, la reducción temprana de luz, altas temperaturas, entre otros (Corzo y Kidd, 2004; Sklan *et al.*, 2003; Halevy *et al.*, 2001).

Obtener el máximo beneficio de la alimentación del pollo es un desafío continuo para los especialistas en nutrición animal y los técnicos responsables de manejo del pollo, ya que según Kemp y Kenny (2003):

- Los costos de alimentación del pollo representan un 60-70% del costo total de producción y, en consecuencia, es muy sensible a las oscilaciones de precio de las materias primas.
- Las especificaciones más rentables en la alimentación dependen de la variedad de productos que ofrezca la empresa, ya sea, entero, eviscerado, o en porciones (o una mezcla), y de sus precios.

Estos autores, Kemp y Kenny (2003), señalan que el peso por edad, el incremento del crecimiento y el rendimiento de pechuga del pollo broiler mejoran cuando se utilizan niveles 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 el incremento del crecimiento, esto según estudios realizados por Aviagen, de los Estados Unidos, en lotes de pollos broiler Ross 308. Otros estudios realizados por esta misma empresa han confirmado que hoy en día mientras más pronto se alimente a los pollos recién nacidos, mayor serán los resultados al término del ciclo de producción. La experiencia práctica y de investigación muestran claramente el provecho de utilizar, en la dieta de preinicio una mayor cantidad de aminoácidos digestibles que los que se ocupan en la dieta



de inicio, ya que, el peso corporal a los 10 días de edad de los pollos aumenta en 10 gramos, el peso corporal al momento del sacrificio aumenta de 30 a 50 gramos y la uniformidad del lote se incrementa (Kemp y Kenny, 2003).

También se ha estudiado que la tasa de crecimiento del pollo broiler aumenta del día 0 al 10, llegando a un máximo de alrededor de 20% por día (Nitsan *et al.*, 1991).

Del nutricionista depende la formulación de dietas acorde a las demandas, y se ha concentrado la investigación en el conocimiento de las necesidades proteicas y de aminoácidos en las primeras semanas de vida de los pollos. Principalmente, en los primeros días de vida que son determinantes en el rendimiento final del pollo broiler (Odalys *et al.*, 2002).

## **2.5.-NUTRICION Y ALIMENTACION DE LOS POLLOS BROILER**

### **2.5.1.-GENERALIDADES**

La incubación artificial de los pollos broiler dura aproximadamente 18-19 días, estos huevos fértiles que llegan a dar nacimiento a un pollo broiler viable para la crianza, provienen de reproductoras que fueron seleccionadas genéticamente para lograr un mejor rendimiento y una mejor calidad del pollo. Este proceso de incubación se realiza al interior de maquinas incubadoras que proporciona artificialmente calor, humedad, ventilación y volteo de los huevos, lo que permite incubar grandes cantidades de huevos en cualquier época del año (González, 2004).

A los 18 días de incubación se hace el traspaso de los huevos desde la incubadora a la maquina nacedora para dar lugar al nacimiento o eclosión del pollo. Esta maquinas nacedoras están provistas, al igual que las incubadoras, de calor, humedad y ventilación, pero sin volteo (González, 2004).

Durante la etapa neonatal de las aves comerciales, su nutrición se hace a través del saco vitelino, aproximadamente a los 18 días de incubación se produce la absorción del vitelo en

el embrión, este se internaliza en la cavidad abdominal y al nacimiento, el intestino contiene un material viscoso amarillo verdoso procedente del saco vitelino. El contenido del saco vitelino se transfiere al intestino a través del tallo vitelino. Se ha estudiado la morfología del tallo vitelino durante la fase post eclosión observando un paso abierto en el momento de la eclosión que se va estrechando con la edad. Unas horas después de la eclosión, el número de células linfoides comienza a aumentar en el tallo vitelino quedando una cicatriz umbilical cerrada por completo a las 72 horas (Rosende, 2006).

Varios estudios han confirmado que el huevo esta 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 de la reproductora, de su nutrición y línea genética. En este periodo embrionario, el saco vitelino constituye la única fuente de energía, y se ha estimado que el embrión recibe alrededor de 40g de agua, 7g de proteína y 5g de lípidos durante su fase evolutiva, también el saco vitelino proporciona vitaminas liposolubles, ácidos grasos esenciales, lípidos y fosfolípidos requeridos para la formación de tejido embrionario, además de proteínas de importancia nutritiva que cumplen con una importante función inmunológica de transferencia de anticuerpos maternos (Maiorka *et al.*, 2006).

El embrión utiliza los nutrientes del saco vitelino, como partículas de lipoproteínas, que pasan por las células endodérmicas de los vasos sanguíneos del cordón umbilical para llegar a las células de los tejidos embrionarios. El 20% de la proteína residual del saco vitelino corresponde a las inmunoglobulinas maternas o anticuerpos maternos, y los lípidos residuales son básicamente triglicéridos, fosfolípidos y colesterol. Por consiguiente los componentes residuales del saco vitelino no deben ser utilizados como fuentes de energía y aminoácidos, ya que pueden privar al pollo de la protección otorgada por su madre, y de la formación de las membranas celulares del embrión, por lo tanto, son mas importantes y útiles para el pollo recién nacido como macromoléculas intactas (inmunoglobulinas, fosfolípidos, etc.) que como moléculas metabolizadas (Maiorka, 2006).

El proceso de explotación de un pollo broiler comienza con el sexaje en las plantas de incubación a pocas horas de haber nacido, luego vacunación y traslado hacia el galpón de

crianza. Todo esto toma unas 24 horas, tiempo en el cual el pollo recién nacido no recibe nutrientes provenientes de alimentos exógenos diferentes al vitelo, siendo un punto crítico en su desarrollo, por cuanto la capacidad de crecer, en términos de velocidad de crecimiento, es máxima (Cuervo *et al.*, 2002).

Tras la eclosión del huevo, los pollitos no están preparados para afrontar el entorno que les rodea. Durante el desarrollo embrionario el huevo les proporciona los nutrientes que necesitan y, tras la eclosión, el resto de la yema del huevo remanente en la cavidad abdominal les proporciona un pequeño aporte de nutrientes. Este suplemento nutritivo es reabsorbido en los 4 ó 5 primeros días de vida (Sell *et al.*, 1991; Murakami *et al.*, 1992). Por lo tanto, los pollitos jóvenes deben obtener y utilizar los nutrientes de la dieta poco tiempo después de la eclosión. Aunque el tracto digestivo tiene un desarrollo considerable en el momento del nacimiento, el sistema digestivo es todavía inmaduro (Lilja, 1983; Nitsan *et al.*, 1991).

Resulta interesante que la yema es utilizada más rápidamente en aves alimentadas que no alimentadas. Este hallazgo puede ser atribuido a un aumento en el transporte del vitelo hacia el tracto gastrointestinal debido a la estimulación de la actividad que representa la presencia de alimento (Noy y Sklan, 1997).

El suministro de un producto que proporcione los nutrientes necesarios para los pollos recién nacidos, durante las primeras 24-48 horas, ayudará de una manera práctica a solucionar este inconveniente. Con esto se obtiene una variedad de efectos positivos, tales como la reducción de la deshidratación, una rápida reabsorción del saco vitelino, estimulación del desarrollo del hígado, páncreas e intestino, incluyendo un aumento de la longitud de las vellosidades intestinales y un mayor desarrollo del sistema inmunitario. Esto tiene como resultado una mejor utilización de los nutrientes, mejor conversión alimenticia, mayor ganancia de peso corporal, mejoramiento en la producción de pechuga, reducción en la mortalidad, aumento en la viabilidad y un mejor desempeño al final del ciclo (Cuervo *et al.*, 2002).

Estudios hechos con pollitos jóvenes demuestran que, aunque el peso del tracto gastrointestinal aumenta muy rápidamente tras el nacimiento, la máxima proporción de los distintos segmentos del tracto, incluyendo el páncreas, sobre el peso vivo del ave no se alcanza hasta los 5 u 8 días post eclosión (O'Sullivan *et al.*, 1992). Este aumento de peso es debido a un incremento en la longitud y volumen de las microvellosidades y a un aumento del número de enterocitos por vellosidad. Al mismo tiempo, la actividad de las enzimas digestivas sintetizadas por el páncreas es relativamente baja en el momento del nacimiento, aunque aumenta rápidamente (Nir *et al.*, 1993). En la membrana del intestino delgado las enzimas tienden a disminuir poco después del nacimiento, aumentando de forma gradual posteriormente. Los mecanismos de absorción del intestino están bien desarrollados en el momento de la eclosión y tienden a continuar su desarrollo hasta igualar o incluso rebasar ligeramente el consumo de nutrientes (Obst *et al.*, 1992).

El desarrollo del tracto digestivo depende, en parte, de la ingestión de alimento y agua poco después del nacimiento. La práctica de retrasar la colocación de los pollitos y/o el acceso al alimento y al agua provoca normalmente una mayor mortalidad y un peor rendimiento productivo. Un ayuno de 24 horas de alimento y agua en broilers condujo a una reducción del peso vivo a los 21 días y a una mayor mortalidad hasta los 42 días de vida si se compara con pollitos a los que se les suministró agua y alimento tras el nacimiento. Indudablemente, estos efectos se producen porque la ingesta de nutrientes mejora en gran medida el desarrollo físico y funcional del intestino (Fanguy *et al.*, 1980).

La composición nutricional de la dieta parece ser también de vital importancia, ya que los pollitos pasan de tener lípidos como principal fuente energética a hidratos de carbono. La ingesta temprana de carbohidratos es necesaria para el desarrollo del metabolismo de la energía en pollitos y para que se constituyan rápidamente las reservas de glucógeno en el hígado. Además, se encontró que suministrando a los pollitos maíz como fuente de almidón más vitaminas y minerales durante los 3 primeros días de vida se obtenía un mejor desarrollo durante los 21 primeros días que si se alimentaban con una dieta de inicio tradicional (Thaxton y Parkhust, 1976; Moran, 1990).

Estudios de la Universidad de la Salle, Colombia, confirman lo anterior, en uno de ellos fue evaluado el efecto de un suplemento nutricional hidratado sobre el desarrollo de los órganos de oferta y demanda en pollos de engorde sometidos a diferentes tiempos (20, 24 y 48 horas) de privación del acceso al alimento comercial, inmediatamente después del nacimiento. El grupo control no recibió el suplemento nutricional y tuvo acceso al alimento 20 horas después de nacido. Los órganos de oferta mostraron un rápido crecimiento durante los primeros ocho días de vida, siendo fundamental para soportar el crecimiento posterior. El grupo control evidenció un retardo en desarrollo del sistema digestivo al día 21 de edad, limitando la capacidad para utilizar nutrientes dietarios y resultando en una reducción del peso corporal al final del experimento. Los datos indican que la utilización de un suplemento nutricional hidratado favorece la utilización de los nutrientes del saco vitelino acelerando su reabsorción (Cuervo *et al.*, 2002).

A continuación se detallan los diferentes nutrientes y como se relacionan con la nutrición de los pollos broiler.

### **2.5.2.- ENERGÍA**

Las aves de corral necesitan energía para crecer, mantener el tejido corporal, producir huevos y regular la temperatura corporal. Obtienen energía de la oxidación de carbohidratos, lípidos y aminoácidos y compuestos orgánicos relacionados. El paso final en el metabolismo total de los precursores de energía incluye la transferencia gradual de electrones al oxígeno que se encuentra en las mitocondrias. La energía es atrapada en forma de enlaces fosfato de alta energía (ATP), que después se usan en reacciones consumidoras de energía en el metabolismo (Church *et al.*, 2003).

La energía que existe dentro de las estructuras de los macronutrientes en los alimentos no está completamente disponible para las aves de corral porque la proteína, carbohidratos y lípidos en los alimentos no son 100% digeribles y porque se pierde energía en la digestión y asimilación de los nutrientes. La energía neta o la energía disponible para el ave con fines

útiles es igual a la energía total menos las pérdidas de energía en heces y orina, y como calor durante la digestión y asimilación de los nutrientes (Church *et al.*, 2003).

El excremento de las aves contiene orina y heces. Por lo tanto, es conveniente medir la pérdida de energía de heces y orina juntas. Por esta razón, la energía metabolizable ha sido utilizada como una medida práctica de la energía para las aves de corral. La energía metabolizable aparente se puede determinar al medir la energía de combustión del alimento ingerido y la energía de combustión en el excremento evacuado y restar la última de la primera. Parte de la energía perdida en el excremento representa a las secreciones endógenas de las enzimas digestivas y las excreciones urinarias endógenas. Energía metabolizable verdadera es el término que se aplica al valor energético de los alimentos cuando la energía metabolizable aparente ha sido corregida mediante estas pérdidas endógenas (Church *et al.*, 2003).

Las necesidades energéticas de las aves de corral están determinadas principalmente por las funciones de mantención, el índice de crecimiento, la producción de huevos y la actividad física. La temperatura ambiental afecta notablemente la necesidad energética. Las bajas temperaturas aumentan la ingestión de alimento para proporcionar sustratos al aumento del índice metabólico en estas condiciones (Church *et al.*, 2003).

### **2.5.3.- LÍPIDOS**

Los lípidos son la principal fuente energética del embrión durante la incubación. Aproximadamente un 80% del contenido lipídico total del saco vitelino es movilizado y usado durante los primeros 7 días de incubación. Aunque, después de la eclosión los pollitos no tienen la capacidad digestiva completamente desarrollada, pero es mejorada con la edad, la digestión de ácidos grasos es aumentada de un 82% el día 4 a un 89% el día 21 después de la eclosión (Maiorka y Dahlke, 2006).

La digestión y absorción de lípidos es dependiente de la presencia de sales biliares, lipasa pancreática, colipasa, la proteína ligadora de ácidos grasos y una circulación enterohepática apropiada (van Rensburg, 1999). Sin embargo, como ya se ha mencionado, los procesos

fisiológicos responsables de la regulación de estos procesos no se encuentran completamente desarrollados en los pollos recién eclosionados, perjudicando negativamente la digestión y absorción de lípidos y llevando a un crecimiento microbiano anormal en el intestino delgado (Maiorka y Dahlke, 2006). La primera limitante en el proceso de digestión y absorción lipídica de los pollitos recién eclosionados se debe a su incapacidad para secretar cantidades adecuadas de sales biliares (van Rensburg, 1999; Brake, 2002).

Los triglicéridos son los lípidos principales en la dieta de las aves de corral. Las grasas suelen agregarse a la dieta de las aves como fuentes de energía, además de agregarse ácido linoleico, el cual corresponde a un ácido graso esencial. La adición de grasa a los alimentos también reduce el polvo y tiene una importancia práctica en la mezcla y el manejo de los alimentos (Church *et al.*, 2003)

Los ácidos grasos de cadena corta (< a 10 a 12 carbonos) y/o ácidos grasos insaturados son más aprovechados a esta edad. A su vez, los ácidos grasos saturados no son bien utilizados por los pollos en los primeros 14 días de edad (González, 2000).

Las grasas de las dietas varían bastante en su composición y en su contribución de energía a los ácidos grasos a las aves. También se ha demostrado que la digestibilidad de las grasas varía ampliamente, dependiendo de muchos factores, entre los que se incluyen el tipo de grasa, nivel de saturación, edad del ave, nivel de inclusión de grasa en la dieta y la presencia de otros componentes de la dieta. El valor energético de las grasas depende principalmente de la ingestión y la absorción de los ácidos grasos en el tracto intestinal. Debido a que los ácidos grasos no se excretan en la orina, sus valores de energía metabolizable deben estar directamente relacionados a su capacidad de absorción (Leeson y Zubair, 2001).

#### **2.5.4.- CARBOHIDRATOS**

Las aves de corral son capaces de digerir almidones, glucosa, sacarosa, maltosa y los azúcares simples, glucosa y fructosa. Las aves no digieren bien la lactosa (azúcar de la leche) porque la actividad de la lactasa en el intestino es limitada y ésta es necesaria para hidrolizar la lactosa en sus constituyentes monosacáridos glucosa y galactosa. Las aves de corral no absorben bien las pentosas como la ribosa y la desoxirribosa de los ácidos nucleicos, y la xilosa y arabinosa; además, poseen una capacidad mínima para digerir fibra cruda (Church *et al.*, 2003).

Existe una mínima actividad de la amilasa en la saliva y el buche, produciéndose la mayoría de la degradación de los carbohidratos, incluyendo principalmente el almidón y algunos componentes de fibra, a azúcares simples que se absorben en el yeyuno. La alfa-amilasa del duodeno hidroliza los enlaces alfa1-4 en ambos lados de los puntos de ramificación 1-6 de la molécula de almidón, produciendo principalmente maltosa y algunos oligosacáridos ramificados. La maltosa y otros disacáridos se degradan por consiguiente a monosacáridos, los cuales son potencialmente absorbidos. Cerca del 65% del almidón se digiere en el duodeno, aunque la desaparición del almidón puede ser hasta del 97% en el ileon terminal. Existe evidencia confiable de un aumento significativo en la producción de enzimas conforme el ave envejece. No hay digestión por sí sola de celulosa y poca degradación microbiana en los ciegos. Los pentosanos, pectinas y  $\beta$ -glucanos en algunos ingredientes afectan negativamente la digestión de los carbohidratos, aunque las enzimas exógenas añadidas al alimento pueden aliviar algunos de estos problemas (Leeson y Zubair, 2001).

El maíz amarillo es el cereal más usado en la dietas de las aves y constituye aproximadamente el 50% de la dieta de las aves en las distintas etapas de producción (Sturkie, 1967). Es alto en energía y usualmente provee la mayor cantidad de energía en la dieta. Es en general, el grano mas barato que puede utilizarse en la alimentación de las aves, pero no es únicamente su bajo costo lo que lo hace apetecible para su uso, también se caracteriza por tener un color atractivo y ser apetecible para las aves (Leeson y Summers, 2001). El maíz tiene una alta proporción de hidratos de carbono en relación a las proteínas, pero es deficiente en cenizas, proteínas y vitaminas, con un buen aporte de ácido linolénico (Heuser, 1955).



Muchos nutricionistas consideran al maíz como un ingrediente que se digiere completamente y es relativamente estable entre partidas. Sin embargo, puede existir una amplia variedad entre distintos tipos de maíz en cuanto a su contenido de energía metabolizable aparente corregida para nitrógeno (EMAn). Esta variabilidad se puede explicar debido a diferencias en el contenido de aceite, proteína, humedad, condiciones de cosecha y características del almidón (González, 2000).

Aún cuando el almidón es el carbohidrato predominante en los cereales, existen dentro de éstos, carbohidratos o polisacáridos no-amiláceos (PNA). Todos los cereales que se utilizan en las dietas de las aves contienen algún grado de PNA (Iji, 1999). Los PNA son considerados como un grupo de factores antinutricionales debido a que disminuyen la productividad del broiler. Los PNA más comunes incluyen a los  $\beta$ -glucanos, arabinosilanos y fructanos (Classen y Bedford, 1991).

Es por esto que durante la primera fase de crecimiento (1 a 21 días de edad), no es conveniente incluir altos contenidos de PNA. Las consecuencias negativas son una disminución de la actividad de enzimas pancreáticas, una disminución en la absorción de nutrientes y un aumento indeseado en la microflora intestinal la cual puede producir trastornos en la integridad de la mucosa como en la digestión de nutrientes. Todos estos factores van en desmedro del pleno desarrollo inicial del sistema gastrointestinal (González, 2000).

#### **2.5.5.-PROTEÍNAS**

Las proteínas son los nutrientes que se hallan en mayor magnitud en el tejido muscular de los animales. Varían ampliamente en lo que se refiere a composición química, propiedades físicas, tamaño, forma, solubilidad y función biológica. De la misma manera, llevan a cabo diferentes funciones en el cuerpo de los animales, encontrándose presentes en forma de componentes de las membranas celulares, en el músculo y en otras estructuras de soporte, como la piel, plumas, escamas y uñas. Las proteínas del plasma sanguíneo, las enzimas, las hormonas y los anticuerpos realizan funciones especializadas en el cuerpo, aun cuando no contribuyen de manera significativa al contenido proteínico total del cuerpo (Church *et al.*, 2003).

Desde el punto de vista nutricional, la proteína es un macronutriente presente en los alimentos. 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 ésta durante el crecimiento. El aspecto más importante de una proteína, desde el punto de vista nutricional, es su composición aminoácídica, aunque otras características estructurales como solubilidad y la glicosilación pueden afectar su digestibilidad y, en consecuencia, su valor nutricional (Martínez y Martínez, 2006).

La digestión proteica es un proceso complejo en el cual la mayoría de los aspectos tienen un patrón de actividad que depende del desarrollo del ave. El pH gástrico y el transporte de péptidos y aminoácidos intestinales como también la actividad del pepsinógeno, tripsina, quimiotripsina, enteroquinasa y dipeptidasas intestinales varían durante el desarrollo (Austic, 1985).

No hay digestión de proteínas en la cavidad bucal o el buche. Sí 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 (zimógeno) pepsinógeno, el cual se convierte en la enzima activa pepsina conforme el pH disminuye en el proventrículo y el estómago muscular. La condición ácida del proventrículo y el estómago muscular sirve para desnaturalizar la proteína y exponer la mayoría de los enlaces peptídicos sensibles a la pepsina. La enzima pepsina cataliza la hidrólisis de las proteínas a péptidos y, en cierto grado, a aminoácidos libres (Leeson y Zubair, 2001).

El transporte de los aminoácidos resultantes de la digestión proteica es llevado a cabo por distintos transportadores presentes en el intestino delgado. Algunos están localizados específicamente en el borde en cepillo, algunos en la membrana basolateral de los enterocitos, y algunos en ambos. El transporte por un sistema particular parece estar

determinado por el tamaño, carga y/o configuración de las cadenas laterales del aminoácido (Webb, 1990).

Algunos de los transportadores requieren energía para funcionar y, por lo tanto, se dice que son transportadores activos y  $\text{Na}^+$  dependientes. La acumulación de aminoácidos contra una gradiente de concentración es llevada a cabo por la energía potencial de una gradiente de  $\text{Na}^+$ . Para que esto ocurra, el transportador debe co-transportar un ión  $\text{Na}^+$  y un aminoácido. La gradiente de  $\text{Na}^+$ , que implica alto  $\text{Na}^+$  extracelular y bajo  $\text{Na}^+$  intracelular, es mantenida por la bomba  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  ATPasa localizada en la membrana basolateral del enterocito. Los sistemas de transporte no acoplados con  $\text{Na}^+$  son llamados  $\text{Na}^+$  independientes y no requieren energía metabólica para transportar aminoácidos contra una gradiente de concentración (Webb, 1990).

Además de la concepción tradicional de la absorción de aminoácidos, hay evidencia sustancial que apoya la información de que existe absorción de pequeños péptidos, y que éstos son absorbidos más rápidamente que los aminoácidos libres. El hecho de que los péptidos se absorben más rápidamente que los aminoácidos libres sugiere la existencia de sistemas de transporte independientes entre péptidos y aminoácidos, lo cual es reafirmado por la absorción de aminoácidos a pesar de enfermedades congénitas en su sistema de transporte (Webb, 1990).

Diferencias en la configuración entre péptidos juegan un rol determinante en su transporte a través de la mucosa intestinal. La composición aminoácídica influencia la absorción, al igual que si un aminoácido se encuentra en la posición N- o C- terminal. Aunque permanecen algunas dudas, el transporte de péptidos está restringido primariamente a di y tripéptidos (Webb, 1990).

Los péptidos son absorbidos mediante la fuerza protón motriz ( $\text{H}^+$ ), lo cual es diferente de los transportadores  $\text{Na}^+$  dependientes de aminoácidos. La presencia de diferentes transportadores así como de diferentes fuerzas de movimiento para el transporte activo, probablemente contribuyan a una absorción más eficiente del total de aminoácidos. Esto

probablemente ofrece alternativas que permiten al animal adaptarse a un amplio rango de condiciones dietéticas y fisiológicas (Webb, 1990).

En general, el patrón de desarrollo de transporte de aminoácidos parece ser similar en el intestino delgado de mamíferos y aves. La habilidad de transportar está presente previo a la eclosión o al parto. Se incrementa marcadamente a la eclosión o unos pocos días posteriores y declina a niveles adultos dentro de las 2-3 semanas posteriores (Austic, 1985).

Las proteínas de los tejidos corporales, plumas y huevos de las aves de corral contienen unos 20 aminoácidos, diez de los cuales son esenciales en la dieta porque las aves son incapaces de sintetizarlos o no los sintetizan con la rapidez suficiente para satisfacer sus necesidades. Estos aminoácidos son la arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina (Church *et al.*, 2003).

Estos son los mismos aminoácidos que necesitan los mamíferos. Sin embargo, los mamíferos pueden sintetizar arginina al usar las enzimas del ciclo de la urea, de modo que sus necesidades alimentarias de este aminoácido parecen estar limitadas a periodos de crecimiento rápido, preñez y quizás lactación, cuando la capacidad de síntesis es insuficiente para satisfacer las necesidades de aminoácidos de la síntesis de proteína. Las aves no tienen un complemento de enzimas del ciclo de la urea y, por lo tanto, son incapaces de sintetizar arginina a partir sólo de precursores. En consecuencia, su necesidad de arginina es absoluta (Church *et al.*, 2003).

Se han registrado otros tres aminoácidos esenciales (glicina, serina y prolina) para aves de corral jóvenes, en crecimiento. La glicina y la serina son intercambiables desde el punto de vista metabólico; la necesidad de estos aminoácidos se puede satisfacer para los dos o para uno sólo si se proporciona la cantidad suficiente en la dieta que permita la síntesis del otro. Se ha demostrado la necesidad de prolina en pollos jóvenes alimentados con dietas sin prolina. Se observaron mejoras en el índice de crecimiento y en la eficiencia de la utilización alimentaria cuando se complementaba la dieta con prolina. Sin embargo, la respuesta de la aves de corral a los complementos alimentarios de glicina, serina y prolina

indican que los aminoácidos que sintetizan, en algunas condiciones fisiológicas, pueden no ser sintetizados en cantidad suficiente para satisfacer sus necesidades (Church *et al.*, 2003).

La alimentación durante los primeros días de vida es fundamental para el desarrollo posterior del pollito, teniendo gran relevancia la nutrición proteica. En un estudio en el cual se evaluaron distintas dietas que diferían en la incorporación de proteínas entre los días 0 y 7 de vida, se comprobó que existe una correlación moderada (0.67) entre el consumo de proteína a los 7 días de edad con el peso vivo final. Junto con esto, mediante el coeficiente de determinación calculado se pudo hallar que el 45% de la variación del peso final depende del consumo de proteína a los 7 días (Martin *et al.*, 2002).

Según González (2000), el formular dietas en base a aminoácidos digestibles permite utilizar niveles más elevados de ingredientes proteicos con menor digestibilidad de aminoácidos, aumentando 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. Cuando se reemplaza la harina de soya o harina de pescado por ingredientes con menor digestibilidad aminoácídica como el afrecho de canola, afrecho de algodón, afrecho de maravilla, harina de carne y hueso, resultan normalmente en un deterioro de los resultados productivos al formular en base a aminoácidos totales. Sin embargo, cuando dietas similares se formulan en base a aminoácidos digestibles, las ganancias de peso y conversión alimenticia no se afectan. Actualmente existe coincidencia en que la formulación de dietas en base a aminoácidos digestibles es un mejor método que en base a aminoácidos totales.

### **2.5.6.-VITAMINAS Y MINERALES**

Las vitaminas son una categoría amplia de nutrientes que, desde siempre, se han agrupado como micronutrientes orgánicos que son absolutamente esenciales en la alimentación. Las aves de corral requieren 13 vitaminas (Church *et al.*, 2003).

El ave puede sintetizar algunas vitaminas, pero en general no en cantidad suficiente para satisfacer las demandas fisiológicas de los pollos jóvenes, en crecimiento, o de las gallinas ponedoras. Éstas incluyen a la Niacina y la vitamina D<sub>3</sub>, las cuales se sintetizan a partir del triptófano en el hígado y del 7-dehidrocolesterol en la piel, respectivamente. La síntesis de vitamina que realiza la microflora del ciego y el intestino grueso puede aportar algunas vitaminas del complejo B a las aves de corral. Además las aves de corral son coprofágicas y mediante la digestión de las heces ingeridas, estas vitaminas pueden contribuir a la nutrición vitamínica de éstas (Church *et al.*, 2003).

Los aproximadamente 13 elementos inorgánicos que necesitan las aves de corral realizan una amplia variedad de funciones. Además de tener importantes funciones en el metabolismo celular, el Ca y el P son los principales elementos estructurales de los huesos y el Ca es el elemento principal de la cáscara del huevo. El Na, el K y el Cl tienen funciones fisiológicas en el equilibrio ácido-base, en el equilibrio hídrico y en el transporte de membrana. Los demás minerales son co-factores en una amplia variedad de reacciones enzimáticas. Las aves de corral, como otros animales, requieren Cu, Fe, Mg, Mn, Zn, Mo, I, y Se (Church *et al.*, 2003).

### **2.5.7.- AGUA**

Las aves de corral requieren un suministro adecuado de agua pura y limpia. Si el suministro de agua es insuficiente, las aves se deshidratan, disminuye la ingestión de alimento y su fisiología se altera. Las aves eliminan agua de su organismo mediante la respiración y la excreción y en los productos reproductivos como los huevos. Siendo el jadeo un mecanismo importante para la regulación de la temperatura corporal en las aves, a medida

que el índice respiratorio aumenta y, por lo tanto, la evaporación del agua en el conducto respiratorio aumenta, la necesidad de agua también aumenta con el incremento de la temperatura ambiental por encima de la zona termoneutral para las aves. La ingestión de agua puede aumentar tres a cuatro veces conforme aumenta la temperatura a niveles que ocasionan grave tensión por calor en los pollos. Si se limita el suministro de agua en los ambientes calurosos, las aves sucumben fácilmente a la postración por calor a causa de la pérdida de líquidos corporales (Church *et al.*, 2003).

#### **2.5.8.- DIETAS DE PREINICIO**

Si definimos la etapa inicial de crianza desde el nacimiento hasta los primeros 10-14 días de edad, nos encontramos con un periodo de vida en el cual se produce el desarrollo anatómico, fisiológico e inmune de las aves, siendo por lo tanto sus requerimientos muy altos, fundamentalmente, por contar con un sistema termorregulador inmaduro (Venturino, 2006).

El manejo nutricional en las primeras etapas de crecimiento es fundamental para lograr adecuados resultados productivos. Lo que implica alimentar a las aves de tal forma de lograr el mayor aprovechamiento posible de los nutrientes y manteniendo la integridad del sistema gastrointestinal. Esto significa lograr un desarrollo inicial adecuado para luego continuar con estrategias nutricionales tendientes a optimizar la rentabilidad del kilo de carne producido (González, 2000).

Como se indicó anteriormente, la fisiología y anatomía de los broiler durante la primera semana después de la eclosión son distintas de los broiler adultos, y su habilidad para absorber ciertos nutrientes se encuentra reducida. Por lo que se ha recomendado usar una dieta distinta durante la primera semana de edad. Esto se conoce como una dieta de preinicio (van Rensburg, 1999). Así, en el último tiempo se ha hecho una práctica común, en la industria avícola, utilizar una dieta de preinicio de 1 a 7 o 10 días de edad, con el objeto de entregarle al pollo broiler una nutrición adecuada para el desarrollo del sistema

gastrointestinal, compatibilizando las limitaciones fisiológicas con el aprovechamiento de los nutrientes (González, 2000; Saki, 2005).

Dada la relación tan estrecha entre el consumo inicial y el peso final, se infiere que las prácticas de manejo deben centrarse en que los pollitos desarrollen un buen apetito, desde el inicio, para aprovechar el crecimiento potencial durante los primeros 7 días. Si el manejo inicial no satisface las necesidades que plantea este período de crianza, posteriormente quedará muy poco tiempo para enmendar errores (Nicholson, 2004).

Cabe destacar que en los primeros 7 días de edad el pollo aumenta su peso vivo en un 400%, consume aproximadamente 150 a 180 gramos de alimento y este periodo representa un 17% de período total de crecimiento. El bajo consumo de alimento a esta edad permite aumentar el costo de este alimento procurando compatibilizar la calidad de los ingredientes alimenticios y de los niveles nutricionales con el desarrollo fisiológico del intestino (González, 2000; Saki, 2005).

Una nutrición equilibrada en el periodo de preinicio significa asegurar que todos los broiler maximizan el consumo de nutrientes debido a que se correlaciona altamente con la ganancia de peso vivo. La maximización de la ingesta de nutrientes es una combinación de la estimulación de un alto consumo de alimento y el uso de una dieta de excelente calidad. Es bien sabido que mayores pesos vivos a los 7 o 10 días posteclosión, permitirán a los broiler alcanzar su peso de mercado a una edad más temprana. La contribución del nutricionista para maximizar el consumo de alimento es formular dietas de preinicio con altos niveles nutritivos (Kemp y Kenny, 2003).

De acuerdo con Brito *et al.* (2006), el uso de un alimento preiniciador minipeletizado de alta calidad biológica es indispensable en la avicultura moderna. Además, han señalado diferencias importantes en el desarrollo de los órganos digestivos en pollitos de una semana de edad, al utilizar dietas de preinicio de alto valor biológico. Estos cambios incluyen hasta 600% más de masa del intestino delgado, con un aumento del largo intestinal, profundidad de las criptas y área total de las vellosidades intestinales a nivel de duodeno, mejorando la



capacidad digestiva de los pollos. Este parámetro resulta esencial para obtener un mayor peso de mercado.

Las necesidades proteicas y de aminoácidos son fundamentales en los primeros días de vida de los pollos y son determinantes en el rendimiento final (Martin *et al.*, 2002). La información, claramente, demuestra que al aumentar el nivel de aminoácidos disponible en la dieta de preinicio se aumenta significativamente el peso vivo a los 7 y 42 días de edad, la ganancia de peso total, mejoran la uniformidad, la conversión alimentaría y el rendimiento de pechuga (Kemp y Kenny, 2003; Powley, 2004).

En resumen, las primeras dos semanas de vida son particularmente importantes en el desarrollo del ave. Es durante este tiempo que la función gastrointestinal, si es adecuadamente estimulada, se desarrolla completamente. Es también durante este período que el pollito se encuentra más sensible a la proteína dietaria mientras la sensibilidad a la energía dietaria se desarrolla. Sin embargo, la entrega de adecuadas cantidades de carbohidratos, proteínas y grasas pueden inducir las vías enzimáticas requeridas para un óptimo crecimiento y eficiencia alimentaría a edades mayores (Brake, 2002).

## **2.6.- FUENTES PROTEICAS EN DIETAS DE POLLOS BROILER**

### **2.6.1.- ANTECEDENTES**

Los alimentos concentrados proteicos son productos que contienen 20% o más de proteínas en base seca. Se consideran los alimentos concentrados proteicos a aquellos incluidos en un grupo heterogéneo de alimentos (carne, huevo, legumbres, etc.) caracterizado por aportar proteína en cantidad y calidad superior a otros alimentos. Los concentrados proteicos de origen animal (carne, pescado y huevo) se caracterizan por aportar proteínas de alto valor biológico, pero en cantidades muy variables que oscilan desde un máximo en la carne de bovino (29% de su peso) a un mínimo en el pescado (15% de su peso). Su contenido de grasa también es muy heterogéneo, lo que determina que el aporte energético de cada alimento y el porcentaje de hidratos de carbono sea muy escaso. Son alimentos completos

en cuanto a vitaminas y minerales, ya que sólo son deficitarios en vitamina C. Las legumbres forman un grupo excepcional de vegetales por su riqueza en hidratos de carbono y proteínas (Vásquez y García Luna, 2006).

El rol de los concentrados proteicos en la alimentación animal involucra su incorporación preferentemente en las dietas destinadas a los animales no rumiantes como las aves. Además suple las deficiencias nutritivas de los alimentos concentrados energéticos que constituyen la mayor proporción en las dietas, pudiendo superar el 50% de éstas (Pokniak, 2002).

La incorporación de los alimentos concentrados proteicos no sólo debe considerar la corrección de determinadas deficiencias nutritivas, sino que, en su selección, hay que evaluar el costo de estos alimentos y su disponibilidad, así como también, algunas limitaciones que les son propias, como la presencia de factores tóxicos, sabor y especie animal a la cual están destinados (Pokniak, 2002).

### **2.6.2.- GLUTEN DE MAÍZ**

El gluten de maíz se obtiene como subproducto del procesamiento del maíz para la obtención de almidón de maíz y otros productos. El gluten de maíz es la parte del grano comercial que queda después de la extracción de la mayor parte del almidón y del germen y de la separación del salvado en el proceso empleado en la fabricación en medio húmedo del almidón de maíz o del jarabe de maíz. Es un concentrado proteico de origen vegetal muy importante y su alto porcentaje de proteínas (60%) lo hace comparable a las proteínas de origen animal (Leeson y Summers, 2001). La disponibilidad de este producto es relativamente limitada y la presencia de pigmentos, principalmente xantofila, favorece la coloración de la yema del huevo y de la piel de los pollos broiler (Pokniak, 2002).

El gluten de maíz puede ser empleado en dietas de los pollos cuando se complementa debidamente para corregir sus deficiencias en arginina, lisina y triptofano y algunas vitaminas del complejo B (Heuser, 1955; Leeson y Summers, 2001). Además, el gluten de

maíz por tener una consistencia pulverulenta, presenta problemas de palatibilidad que afectan el consumo de alimentos (Campabadal y Zumbado, 1985).

### **2.6.3.- AFRECHO DE SOYA**

El afrecho de soya es una de las fuentes proteicas de origen vegetal más utilizadas en las dietas de aves. Es interesante destacar que distintas partidas de este ingrediente que cumplen con las especificaciones de calidad determinan resultados productivos distintos en pollos broiler. Esto se puede deber a variaciones en el contenido de otros factores antinutricionales como proteínas antigénicas, lipooxigenasas, saponinas, lectinas, oligosacáridos, PNA e isoflavones, los cuales pueden afectar positiva o negativamente el rendimiento de las aves. Se desconoce la interacción que puede existir entre estos compuestos como los factores que determinan su concentración. Los oligosacáridos de la soya corresponden a un grupo de carbohidratos (rafinosa, estaquioza y verbascosa) pobremente digeridos por las aves debido a la carencia de la enzima  $\alpha$ -galactosidasa (González, 2000).

El poroto de soya crudo, del cual se obtiene el afrecho o harina de soya, contiene proteínas llamadas lectinas o hemoaglutininas que en el intestino se unen a los enterocitos disminuyendo la absorción de nutrientes. Las lectinas son bastante resistentes a los procesos digestivos y se unen a glicoproteínas en la membrana en cepillo de la pared intestinal. De esta forma, las lectinas alteran la funcionabilidad de la membrana, reducen la viabilidad de los enterocitos, producen hiperplasia de las criptas y un aumento en el peso del intestino (González, 2000). Por su naturaleza termosensible, normalmente se considera que las lectinas son destruidas con el procesamiento del poroto de soya crudo. El uso de enzimas que tienen como sustrato los oligosacáridos se consideran como alternativa viable a futuro para disminuir esta variabilidad (Choct y Kocher, 2000).

#### **2.6.4.-HARINA DE PESCADO**

La harina de pescado es un alimento de alta calidad nutricional, reconocida por los nutricionistas animales como una excelente fuente de proteína, energía, minerales y vitaminas y ha sido un ingrediente alimenticio muy popular para aves de corral durante muchas décadas (Maigualema y Germat, 2003).

La harina de pescado es un alimento de alto contenido proteico, es agregada a las dietas de aves como un recurso de proteína animal altamente digestible. Contiene entre un 57% a un 77% de proteína y presenta lisina, metionina y triptofano como los aminoácidos esenciales más importantes (Miles y Jacob, 1997).

La harina de pescado presenta además un alto nivel energético entre 2500 y 3200 Kcal., el cual depende del aceite residual que contenga. Generalmente va en un rango de 2 a 5% (Leeson y Summers, 2001).

La harina de pescado también presenta proporciones variables de ácido linolénico, un ácido graso esencial para los pollos broiler. Si se suplementa con bajos niveles de harina de pescado en dietas de aves, se produce un aumento de los ácidos grasos  $\omega 3$  en la musculatura de los pollos (Miles y Jacob, 1997). Los ácidos  $\omega 3$  de cadena larga (DHA y EPA), producen una regulación de la respuesta inmune y resistencia a las enfermedades. Estos ácidos grasos son precursores de los eicosanoides (prostaglandinas, leucotrienos y tromboxanos) que regulan casi todos los eventos fisiológicos en las aves, tales como crecimiento, inmunidad y termorregulación (Miles y Jacob, 1997).

Las harinas de pescado son una buena fuente de vitamina B12 (100 $\mu$ g/kg), B2, Niacina y Colina y de minerales como calcio y fósforo, con elevadas biodisponibilidades (Pokniak, 2002).

En su fabricación se ocupan diferentes especies de peces como anchoveta, jurel, merluza, sardina y residuos de fábricas de conserva. Esto 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).

Por su contenido de extracto etéreo, especialmente aquellas harinas de pescado de anchoveta, se originan reacciones de peroxidación con generación de aldehídos que se unen a grupos NH<sub>2</sub> libres con lo cual disminuye su valor biológico. Al oxidarse los ácidos grasos, su contenido energético también se ve disminuido, por lo que se protegen las harinas de pescado con antioxidantes (Pokniak, 2002).

A pesar de que la harina de pescado tiene un alto valor biológico, su calidad puede variar dependiendo del manejo que se haga. Cuando se ha secado a una temperatura muy alta se produce un calentamiento de la misma que resulta en un producto tóxico llamado Mollerosina, que causa erosión y ulceración en la molleja de las aves, esto produce hemorragias que se transforman en un fluido negro que es expulsado por la nariz y boca de las aves afectadas. A esta enfermedad se le llama Vómito Negro y puede producir una mortalidad de un 1 a un 10% en pollos, gallinas, pavos y codornices (Leeson y Summers, 2001).

Según Wu *et al.*, (1984), las harinas de pescado y sus derivados han sido considerados como una buena fuente de suplementación proteica para la alimentación avícola. Warnick y Anderson (1968) determinaron que los aminoácidos azufrados son la mayor limitante en dietas de maíz-soya. Esta condición puede ser corregida mediante el reemplazo de la proteína aportada por el afrecho de soya y/o sus subproductos con una porción proveniente de harina de pescado. La incorporación de harina de pescado a las dietas promueve el crecimiento de las aves por la presencia de factores de crecimiento que posee este producto (Harrison y Coates, 1972; Ávila y Balloun, 1974).

Según Leeson y Summers (2001), las proteínas de harinas de pescado son relativamente altas en muchos de los aminoácidos esenciales y que estos aminoácidos se presentan en las proporciones óptimas para permitir un buen crecimiento del pollito. Es por esto que las harinas de pescado han sido reconocidas por tener un valor biológico mayor que la mayoría de las proteínas vegetales.

Debido al alto costo, el sabor indeseable a pescado que le transfiere a la carne de ave y el efecto de la depresión del crecimiento causada por un alto nivel en la dieta del broiler, la inclusión de harinas de pescado se encuentra restringida (Wu *et al.*, 1984).

### **2.6.5.- HIDROLIZADOS PROTEICOS DE PESCADO**

Los hidrolizados proteicos parciales provienen de la lisis ("ruptura"), conocida químicamente como hidrólisis, de proteínas de origen natural mediante un proceso cuidadosamente establecido. Se trata de una digestión enzimática de tejidos animales y/o vegetales en un medio ácido similar al estomacal. Esta digestión se realiza durante un tiempo establecido previamente, y perfeccionados con las técnicas actuales. De esta manera, se obtiene un producto rico en aminoácidos, principalmente aminoácidos esenciales, y péptidos de diferentes tamaños. Esto le otorga ventajas sobre los aminoácidos sintéticos, porque estos péptidos poseen actividad biológica específica lo que permite generar el efecto de tolerancia oral que atenúa o suprime las enfermedades autoinmunes (Mahagna y Nir, 1996).

Muchas investigaciones sugieren que entre las fuentes proteicas de origen animal, los hidrolizados proteicos de pescado (HPP) son ingredientes atractivos para la fabricación de sustitutos lácteos, ya que presentan interesantes propiedades, tales como: pequeño tamaño de partículas, adecuada solubilidad, patrón aminoacídico y digestibilidad, siempre y cuando el proceso de fabricación sea correcto (Mahagna y Nir, 1996).

Las proteínas más comúnmente utilizadas para la producción de hidrolizados proteicos son las derivadas de la leche (caseína, lactoalbúmina, y las proteínas del suero), soya, carne y pescado (Neves *et al.*, 2004).

Los HPP se obtienen por la acción de enzimas proteolíticas bajo condiciones aceleradas de digestión y contienen entre un 80 y 90% de proteína en la materia seca, caracterizado por tener como mínimo un 80% de su proteína en forma soluble y donde el 80% de las moléculas tengan un peso molecular en un rango entre 200-3000 Dalton (Mackie.,1982).

Las proteínas musculares del pescado presentan la ventaja de poseer un elevado valor biológico, resultado de una alta sensibilidad a la hidrólisis y de una composición balanceada de aminoácidos, particularmente de aquellos que son limitantes en proteínas de origen vegetal, como la metionina y cistina. Otra ventaja del uso del pescado es el hecho de

que las especies utilizadas son poco adecuadas para su uso como filetes y de menor valor comercial (Neves *et al.*, 2004).

No existen datos que posibiliten determinar con claridad cual especie de pescado es la más adecuada para el procedimiento hidrolítico. La elección de la materia prima depende de la disponibilidad del fabricante y de las especificaciones exigidas por el cliente. La materia prima utilizada son los descartes comestibles del procesamiento del pescado magro (Furlan y Oetterer, 2002).

Los hidrolizados proteicos pueden ser obtenidos básicamente por tres métodos: la hidrólisis alcalina, la hidrólisis enzimática y la hidrólisis ácida (Furlan y Oetterer, 2002). La hidrólisis enzimática se consigue por medio de la acción de una enzima con actividad proteolítica y presenta diferentes ventajas (Aurrekoetxea y Perera, 2002) frente a los métodos químicos de procesado para la obtención de hidrolizados proteicos de pescado entre las que se pueden citar:

- La especificidad de acción de la enzima, lo que posibilita el control de las características en el producto final.

- La digestión bajo condiciones moderadas permite obtener un producto soluble de elevada calidad, ya que el músculo no es sometido a temperaturas y pH extremos ni a la acción de disolventes orgánicos, bases o ácidos que pudieran comprometer el valor nutritivo del producto final.

- Características funcionales atractivas, como solubilidad y dispersión, sin destrucción de aminoácidos esenciales, conservando el valor nutritivo de la proteína nativa, mejores que los hidrolizados ácidos y básicos tradicionales (Diniz y Martin, 1999; Furlan y Oetterer, 2002).

- La inactivación de la enzima por calor haciendo innecesaria su eliminación del medio de reacción.

Por todo esto, la hidrólisis enzimática aparece como una de las tecnologías más extendidas para la obtención de hidrolizados proteicos a partir de subproductos de la pesca (Diniz y Martin, 1997).

Las enzimas vegetales, animales y/o microbianas actúan como catalizadores biológicos que aceleran la hidrólisis de las proteínas. Las enzimas más comúnmente empleadas en estos procesos son la papaína, pancreatina y bromelina (Furlan y Oetterer, 2002). Existen hoy proteasas disponibles en el mercado que son mezclas de estas enzimas y normalmente se venden en estado líquido o el pellets (Guadix *et al.*, 2000).

El proceso de obtención del hidrolizado proteico de pescado es relativamente simple y rápido. Aplicado en la recuperación de la proteína de los pescados enteros y desperdicios del fileteo del pescado, estos son finamente cortados o molidos y colocados en un recipiente con agua, seguida de la adición de enzimas. La cantidad de enzima a ser adicionada depende de su actividad proteolítica y del porcentaje de proteína de la materia prima que se digerirá. Algunos investigadores utilizan una parte de la enzima en 200 de proteína (1:200). Generalmente se utilizan medios ácidos o alcalinos para proporcionar condiciones óptimas de digestión o para prevenir el crecimiento bacteriano (Furlan y Oetterer, 2002).

El empleo de enzimas proteolíticas para la solubilización de la proteína de pescado, da como resultado dos fracciones: soluble e insoluble. La fracción insoluble se puede utilizar en la alimentación animal y la fracción soluble, que contiene la proteína hidrolizada, puede constituir un ingrediente para ser incorporado al consumo humano y animal (Furlan y Oetterer, 2002).

Los aminoácidos presentes en los hidrolizados son similares a los que están en la proteína original, cuando no es separada la fracción insoluble, y la calidad proteica de los HPP es un poco inferior, si se considera solamente la fracción soluble. En este caso, la composición aminoácidica depende del grado de la hidrólisis obtenida, el cual puede ser controlado a través de la velocidad de la reacción, y el que a su vez influencia las características funcionales del producto final como solubilidad, dispersión, la capacidad de retención de agua y emulsificación. Un aumento en el tiempo de hidrólisis o en la relación



enzima/sustrato dará lugar a una reducción de la longitud media de las cadenas de péptidos de la fracción soluble (proteína hidrolizada). Sin embargo, una proteólisis prolongada dará lugar a la formación de péptidos extremadamente solubles con características funcionales indeseables, promoviendo la formación de un gusto amargo (Diniz y Martin, 1999). La intensidad del sabor amargo frecuentemente encontrado en los HPP depende entonces del grado de hidrólisis y de la proteasa específica, y por lo tanto, del tamaño de los péptidos generados y la intensidad de ruptura de los enlaces. Algunos autores han observado que el sabor amargo se debe a la exposición de aminoácidos hidrofóbicos en un ambiente acuoso (Furlan y Oetterer, 2002; Martone *et al.*, 2003).

La relación entre los productos obtenidos de la hidrólisis proteica puede ser controlada y optimizada de acuerdo a las necesidades nutricionales de cada especie a la cual está orientado. Este diseño de distribución de peso molecular optimizado para cada especie permite que la moléculas generadas sean digestibles y altamente absorbidas por los animales, lo que evita la aparición de problemas gástricos propios de los animales en fases iniciales de crecimiento, con un aparato digestivo inmaduro (Millán, 2005). Por lo tanto, el control del proceso de reacción y la caracterización de los hidrolizados en base al tamaño de los péptidos son procesos importantes en la hidrólisis de proteínas (Guadix *et al.*, 2000).

Numerosos estudios han demostrado que la absorción de los productos de la digestión proteica en el intestino delgado ocurre principalmente en la forma de pequeños péptidos más que como aminoácidos, basado en el hecho que los productos finales de la digestión proteica en el lumen intestinal son principalmente pequeños péptidos. Por otra parte, la absorción de péptidos desde el lumen es más rápida y más eficiente que el transporte de aminoácidos. Teóricamente, por lo tanto, es posible que la incorporación de pequeños péptidos en la dieta pudiera ser benéfica para el crecimiento de animales. Sin embargo, existe poca información disponible sobre la utilización de péptidos como fuente de proteína en la dieta de animales debido a que no es habitual su fabricación y la dificultad de los métodos de detección de péptidos (Zhao, 2005).

#### **2.6.6.- HIDROLIZADOS PROTEICOS DE PESCADO: BIOCP®, ACTIVIUM®**

Tomando en cuenta lo importante que es el tipo de alimento que se ofrece a los pollos dentro de las dos primeras semanas de vida, la industria ha elaborado dos productos hidrolizados proteicos de pescado llamados BIOCP® y ACTIVIUM®, que fueron incorporados a las dietas de preinicio de los pollos broiler en este estudio (Profish, 2008).

El BIOCP® es un producto concentrado de peptonas altamente nutritivo, fuente de una serie de compuestos con actividades bioquímicas y fisiológicas de gran importancia para el desarrollo y crecimiento de numerosos órganos y tejidos en los animales recién nacidos ya que esta desarrollado para ser utilizado como ingrediente en dietas de preinicio para cerdos, aves, acuicultura y mascotas (Profish, 2008).

Por tratarse de un producto elaborado con pescado entero de alta calidad y fresca, contiene proteínas, grasas, vitaminas y minerales propios de éste, pero además contiene nucleótidos, poliaminas, ácidos grasos  $\omega$ -3 y  $\omega$ 6 y especialmente aquellos poliinsaturados de cadena larga (EPA y DHA) y factores potenciales de crecimiento (Profish, 2008).

La proteína contenida en BIOCP® ha sido hidrolizada mediante enzimas bajo condiciones controladas. Es por ello, que 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. Estos compuestos parecen tener poca influencia en animales adultos, debido a la escasa permeabilidad del epitelio intestinal el cual sólo permite absorber dipéptidos, tripéptidos y aminoácidos libres (Profish, 2008).

Considerando que la materia prima utilizada en la elaboración de BIOCP® es pescado entero y no descartes, 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, 2008).

El proceso productivo de BIOCP® ha sido desarrollado para minimizar el daño térmico o químico a la proteína de pescado y preservar su calidad nutricional al máximo, evitando la aparición de productos que no serán reconocidos por los sistemas de transporte de aminoácidos y/o péptidos. También BIOCP® está diseñado para mantener y proteger los lípidos del pescado (Profish, 2008).

Estudios científicos han demostrado que el aceite de pescado participa en los mecanismos de defensa contra las enfermedades, los cuales indican que los ácidos grasos poliinsaturados del tipo  $\omega$ -3, contenidos en el pescado, afectarían al sistema inmune debido a su habilidad de alterar la producción de citoquinas y disminuir la biosíntesis de eicosanoides, productos que estarían involucrados en la respuesta inflamatoria asociada a las enfermedades (Profish, 2008).

Estudios en aves, hechos por la misma empresa (Profish), han evidenciado que la incorporación creciente de hasta 2% de aceite de pescado en la dieta permite reducir el efecto de las enfermedades. Estudios comparativos entre aceite de pescado y harina de pescado han demostrado que el aceite de pescado se mostraría mucho más eficiente. Estas diferencias podrían ser atribuidas a la presencia de sólo una fracción de los lípidos del pescado en la harina y a que estos se encuentran mucho más oxidados en comparación a los presentes en el aceite. Considerando que BIOCP® contiene entre un 20-24% de grasa, lo que corresponde a casi la totalidad de los lípidos presentes en la dieta y que además se encuentran protegidos de la oxidación eficientemente, su inclusión en las dietas iniciales de aves permitirán que se beneficie con sus propiedades nutricionales en conjunto con su capacidad de aumentar la resistencia a las enfermedades (Profish, 2008).

De esta forma se espera que los pollos recién eclosionados, con un desarrollo incompleto del sistema digestivo, puedan absorber eficientemente fuentes nitrogenadas para el desarrollo de estructuras y crecimiento de las aves, en tanto que la proteína de bajo peso molecular y de alta digestibilidad del BIOCP® en conjunto con el resto de la proteína de la dieta inducen el buen desarrollo del sistema digestivo (Profish, 2008).

La inclusión de BIOCP® en las dietas iniciales suministradas en cuanto ocurre la eclosión permite que el pollo comience a alimentarse inmediatamente con un recurso proteico y lipídico de alta eficiencia, lo que le permitirá desarrollar adecuadamente su sistema digestivo, superando la etapa de estrés a la que esta sometido. Superada esta etapa, el pollo podrá comenzar a recibir su alimentación de crianza la cual digerirá y metabolizará adecuadamente (Profish, 2008).

A su vez, el ACTIVIUM® se produce bajo los mismos conceptos del BIOCP®, pero bajo condiciones de procesamiento más controladas (actividad enzimática, tiempo, temperatura, etc.). Por lo que es considerado un sobrehidrolizado proteico, con lo que se obtienen menores pesos moleculares de los productos del proceso, lo que se asocia a mejores digestibilidades (Profish, 2008).

## **2.7.- PEPTIDOS BIOACTIVOS**

Las propiedades de los hidrolizados proteicos de pescado son un factor importante en determinar su uso como un ingrediente funcional. El adicionar enzimas para hidrolizar las proteínas del pescado es un proceso importante que puede alterar las propiedades funcionales de la proteína nativa sin perjudicar su valor nutritivo (Sathivel *et al.*, 2003). Los resultados obtenidos hasta ahora evidencian que los hidrolizados proteicos de pescado contienen moléculas que pueden proveer beneficios además de su aporte nutricional (Thorkelsson, 2005).

El concepto de componente bioactivo y su relación con los alimentos no es una idea nueva, aunque sí lo es el hecho de querer explotar su potencial y conocer las bases científicas de su modo de acción. Un componente bioactivo es aquel compuesto químico que ejerce un efecto beneficioso para alguna función corporal del individuo produciendo una mejora en su salud y bienestar o reduciendo un riesgo de enfermedad (Vioque y Millán, 2005; Martínez y Martínez, 2006).

En los últimos años, el estudio de las proteínas de los alimentos como componentes beneficiosos, no sólo desde un punto de vista funcional o nutricional, está recibiendo una gran atención. En este sentido, se ha investigado la presencia de diferentes péptidos bioactivos en proteínas de diversos tipos de alimentos. 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 bien durante la digestión del alimento en el organismo del individuo o por un procesado previo del mismo. También, las proteínas de los alimentos pueden digerirse de manera artificial en el laboratorio mediante el uso de reactores de hidrólisis enzimática para liberar los péptidos bioactivos (Vioque y Millán, 2005; Martínez y Martínez, 2006).

La literatura científica 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).

Los péptidos bioactivos han sido encontrados principalmente en las proteínas de la leche y en derivados de la leche como quesos o yogurt, pero también se ha observado su existencia en otras proteínas animales, pescados y diversos vegetales como soya, arroz o garbanzo e incluso hongos (Vioque y Millán, 2005).

Respecto a su aplicación en animales, los hidrolizados proteicos de pescado presentan propiedades de importancia que sin embargo, han sido poco estudiadas. Uno de ellos se refiere a la mayor resistencia a enfermedades observadas en los animales domésticos que consumen el producto (Furlan y Oetterer, 2002).

Este tipo de productos, que proporcionan beneficios más allá de su valor nutricional, ya sea mejorando una función del organismo o reduciendo el riesgo de enfermedades han sido agrupados bajo la denominación de alimentos funcionales (Profish, 2008).

En el área de nutrición, los péptidos bioactivos han sido definidos como aquellos fragmentos específicos de proteínas que tienen un positivo impacto en las funciones o condiciones corporales, más allá del valor nutricional de las moléculas como fuente de

nitrógeno y que ejercen efectos biológicos específicos. Hoy se conoce que durante la digestión gastrointestinal de los alimentos, estos péptidos son liberados desde la proteína, actuando como compuestos reguladores con actividades similares a las hormonas. Esto ha ido ganando relevancia científica y comercial para obtener estos péptidos a partir de proteínas alimentarias hidrolizadas mediante digestión enzimática y así mejorar una función biológica como la ganancia de peso o mejorar la respuesta inmune (Profish, 2008).

Algunos de estos procesos aun se encuentran en escala de plan piloto, apuntando hacia las futuras tecnologías que se implantaran para mejorar la calidad del producto y bajar los costos. Otros procesos se encuentran ya totalmente desarrollados y en marcha, pero la mayoría de ellos están patentados, por lo que las condiciones en las que se llevan a cabo aparecen siempre descritas con unos márgenes tan amplios que no aportan información de gran valor (Guadix *et al.*, 2000).

Una correcta separación e identificación de los péptidos de un hidrolizado proteico de pescado complementarían la información dada por la determinación del grado de hidrólisis y la distribución en pesos moleculares, y ayudaría a un mejor conocimiento de la composición del producto (Guadix *et al.*, 2000).

En resumen, los hidrolizados proteicos de pescado están orientados a entregar un núcleo cuyas características nutricionales y moleculares permitan satisfacer los requerimientos proteicos, así como complementar la proteína vegetal presente en dietas de preinicio, facilitando y estimulando la digestibilidad y absorción nitrogenada, de manera que el crecimiento inicial junto a un desarrollo gastrointestinal, permitan proyectar el máximo potencial genético de las aves (Millán, 2005).

Los temas desarrollados en esta memoria son de suma importancia para poder comprender la utilización de los hidrolizados proteicos de pescado en las dietas de preinicio de los pollos broiler. Hoy en día los avicultores requieren un crecimiento rápido y eficiente de las aves en explotación, debido a que en el mercado ha aumentado considerablemente el consumo de pollos broiler debido a su bajo precio de venta. Es por ello que la realización de este estudio se espera esclarezca si la inclusión de un hidrolizado proteico de pescado, que ya se encuentra en el mercado como el BIOCP®, y cuatro nuevos sobrehidrolizados proteicos de pescado ACTIVIUM® en las dietas de preinicio de los pollos broiler, mejoran los indicadores de calidad de canal durante todo el ciclo comercial.

### **3. HIPÓTESIS**

La incorporación de sobrehidrolizados proteicos de pescado en la dieta de preinicio de pollos broiler, tendría un efecto positivo sobre el rendimiento cárnico de estas aves durante un ciclo comercial completo.

### **4. OBJETIVOS**

#### **4.2 - OBJETIVO GENERAL**

Conocer los efectos de la incorporación de productos sobrehidrolizados proteicos de pescado (*Activium®*) en la dieta de preinicio de pollos broiler, sobre características de la canal y crecimiento de músculos de interés comercial durante un ciclo comercial completo.

#### **4.2 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 1.- Evaluar las características de la canal a los 15 días y 36 días, en pollos sometidos a los diversos tratamientos.
- 2.- Evaluar el crecimiento de músculos de interés comercial (pectorales, gastrocnemio y peroneo largo) al final del tratamiento (día 15) y al final del ciclo comercial (día 36).



## 5. MATERIAL Y MÉTODOS

### **5.1- Diseño Experimental**

#### **5.1.1- Animales experimentales y Lugar de realización del estudio**

El presente estudio se llevo 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 Av. Santa Rosa 11735, comuna de La Pintana, Santiago.

Se obtuvieron 1200 pollos broiler machos (Línea Ross 308) de un día de edad, desde una planta incubadora, los cuales fueron trasladados a la unidad experimental para ser pesados con el fin de seleccionar 630 pollos de peso uniforme (rango de peso vivo entre 41- 47g.) como medio de estandarización. Estos pollos fueron distribuidos aleatoriamente en 30 corrales de piso con 21 pollos cada uno, con una densidad de 14,5 pollos/m<sup>2</sup> (de 1 a 14 días) y 12,5 pollos/m<sup>2</sup> (de 15 a 35 días). Los corrales ubicados en un pabellón experimental de estructura convencional con ventilación natural manejada manualmente con cortinas laterales, piso de concreto cubierto con viruta de madera limpia y esterilizada (como material adsorbente de cama), calefaccionado mediante campanas a gas con control de temperatura por termostato y manejo de la luz mediante un Timer de luz.

Para el régimen de luz/temperatura se utilizó un esquema similar al usado en explotaciones comerciales (Anexo 1), registrando diariamente el rango de temperaturas máximas y mínimas dentro del galpón.

El sacrificio de las aves, así como la disección de las piezas anatómicas y músculos, en la primera y segunda medición se realizaron en el Pabellón de Anatomía de la misma Facultad y el sacrificio al término del estudio se realizó en el Matadero CODIPRA.

#### **5.1.2- Composición de las Dietas**

Las aves fueron alimentadas con dietas formuladas de acuerdo a los requerimientos de la línea genética y del NCR (1994), y las dietas se presentaron pelletizadas quebrantadas de acuerdo al estándar de la industria. Los pollos fueron mantenidos con un régimen de alimentación *ad-libitum* (comederos manuales tipo tolva) y consumo de agua a discreción

(bebederos automáticos). Todas las dietas fueron preparadas en la Fábrica de Alimentos Agroconca Ltda., de Peñaflores.

Durante el periodo experimental de 35 días las aves recibieron cuatro dietas, una para cada periodo, siguiendo la siguiente adaptación del estándar de la crianza comercial de los pollos broiler:

- Dieta 1: Preinicio, de 1 a 14 días de edad.
- Dieta 2: Inicio, de 15 a 21 días de edad.
- Dieta 3: Intermedio, de 22 a 27 días de edad.
- Dieta 4: Final, de 28 a 35 días de edad.

Los seis tratamientos, fueron aplicados en la dieta de preinicio, a un total de cinco repeticiones (corrales) cada uno. Los tratamientos fueron los siguientes:

- Tratamiento 1: Control Maíz- Soya
- Tratamiento 2: Control BioCP®, al 3.0% de inclusión.
- Tratamiento 3: Sobrehidrolizado EP-119 al 1,8% de inclusión.
- Tratamiento 4: Sobrehidrolizado EP-120 al 1,8% de inclusión.
- Tratamiento 5: Sobrehidrolizado EP-125 al 1,7% de inclusión.
- Tratamiento 6: Sobrehidrolizado EP-129 al 1,8% de inclusión.

Las seis dietas correspondientes a los diversos tratamientos, fueron formuladas isoproteicas e isoenergéticas.

Durante el periodo de Preinicio, las aves recibieron sus respectivas dietas de acuerdo a los tratamientos programados y la distribución al azar de los tratamientos en los 30 corrales se encuentra esquematizado en el Anexo 2. La composición física y nutricional calculada de las dietas experimentales se encuentra en la Tabla 1.

Las dietas de Inicio, Intermedio y Final fueron comunes para todas las aves y su composición se encuentra en la Tabla 2.

**Tabla 1.- Composición de las dietas de Preinicio (1-14 días) utilizadas en los seis tratamientos del estudio.**

Ingredientes	Trat. ctrl. Maíz-Soya	Trat. ctrl. BioCP	Trat. EP-119	Trat. EP-120	Trat. EP-125	Trat. EP-129
	% Inc	% Inc	% Inc	% Inc	% Inc	% Inc
Maíz Chile 14% Hum.	46.65	49.50	48.45	48.32	48.29	48.20
Trigo Afrechillo	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Oleína	2.55	1.70	2.00	2.00	2.00	2.00
Soya, afrecho 48	33.21	28.30	30.30	30.40	30.50	30.50
Soya, poroto entero + maíz (80-20)	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50
BIO CP - 9249		3.00				
EP - 119			1.80			
EP - 120				1.80		
EP - 125					1.70	
EP - 129						1.80
Conchuela	1.25	1.25	1.25	1.25	1.27	1.27
Fosfato bicalcico dihidratado	2.10	2.15	2.10	2.10	2.10	2.10
Sal	0.35	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Vitaminas broiler (1)	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Minerales broiler (2)	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Lisina	0.06	0,01	0.01	0.02	0.03	0.02
DL Metionina	0.28	0.24	0.24	0.26	0.26	0.26
L- Treonina 98%	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Coccidiostato (3)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Bacitracina (4)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
<b>Composición Nutricional Calculada</b>						
EM (Kcal/kg)	2940	2943	2942	2940	2938	2938
PC (%)	23.23	23.19	23.23	23.21	23.23	23.28
Ca (%)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
P Disp. (%)	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48
Lis (%)	1.39	1.39	1.39	1.39	1.39	1.39
Met (%)	0.63	0.63	0.61	0.63	0.63	0.63
Cis (%)	0.38	0.37	0.38	0.38	0.38	0.38
Trip	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
Na	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
Cl	0.23	0.24	0.23	0.23	0.23	0.23

(1) 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: 350 mg; Ac. Fólico: 0.75 mg; Biotina: 0.1 mg; Vit. B12: 0.012 mg; Etoxiquina: 125 mg; Excipientes c.s.p.: 2 g. Elaborado por Centrovvet, Chile.

(2) 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 Centrovvet, Chile.

(3) Clinacox® 0.5%. Cansen Pharmaceutica N.V. Beerse, Bélgica.

(4) BMD® Bacitracina Metileno Disalicilato 11% Alparma Inc. New Jersey,USA.

**Tabla 2.- Composición de las dietas de Inicio, Intermedio y Final utilizadas en los seis tratamientos del estudio.**

Ingredientes	Inicio	Intermedio	Final
	% Inc	% Inc	% Inc
Maíz Chile 14% Hum.	46.80	51.47	58.23
Trigo Afrechillo	0.41	1.70	2.0
Soya, afrecho 48	31.51	25.00	13.80
Soya, poroto entero + maíz (80-20)	14.00	13.95	19.05
Conchuela	1.37	1.20	1.17
Fosfato bicalcico dihidratado	1.92	1.70	1.45
Sal	0.39	0.38	0.38
Vitaminas broiler (1)	0.20	0.20	0.20
Minerales broiler (2)	0.10	0.10	0.10
Lisina	0.05	0.05	0.05
DL Metionina	0.20	0.17	0.18
L- Treonina 98%		0.01	
Coccidiostato (3)	0.05	0.05	
Bacitracina (4)	0.05	0.03	
<b>Composición Nutricional Calculada</b>			
EM (Kcal/kg)	3000	3100	3200
PC (%)	22.79	20.23	16.97
Ca (%)	1.00	0.88	0.80
P Disp. (%)	0.45	0.40	0.35
Lis (%)	1.36	1.19	0.97
Met (%)	0.55	0.49	0.45
Cis (%)	0.38	0.34	0.30
Trip (%)	0.29	0.25	0.21
Na (%)	0.18	0.18	0.18
Cl (%)	0.26	0.25	0.25

(1) 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: 350 mg; Ac. Fólico: 0.75 mg; Biotina: 0.1 mg; Vit. B12: 0.012 mg; Etoxiquina: 125 mg; Excipientes c.s.p.: 2 g. Elaborado por Centrovvet, Chile.

(2) 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 Centrovvet, Chile.

(3) Clinacox® 0.5%. Cansen Pharmaceutica N.V. Beerse, Bélgica.

(4) BMD® Bacitracina Metileno Disalicilato 11% Alpharma Inc. New Jersey, USA.

## **5.2- Mediciones**

Durante el estudio fueron realizadas las siguientes mediciones:

### **5.2.1- Evaluación del Crecimiento de Pechuga y Muslo al Finalizar el Periodo de Preinicio**

A los 15 días de iniciado el estudio, finalizado el periodo de Preinicio, se realizó una evaluación de crecimiento de pechuga y muslos de las aves, para lo cual se tomaran 3 aves de cada repetición, con un peso vivo individual en un rango de +/- un 5% del peso promedio de su respectiva repetición, se individualizó y se procedió de la siguiente manera:

- i- Los pollos fueron pesados individualmente y luego sacrificados por dislocación cervical.
- ii- Los pesos de las piezas y de los músculos señalados, se utilizaron para calcular su rendimiento porcentual en relación al peso vivo del pollo y en relación a la pieza. Se removió la pechuga con hueso y los trutros largos derechos de cada ave.
- iii- Se registró su peso y se procedió a disectar los músculos pectorales, gastrocnemio y peroneo largo, registrándose su peso correspondiente.

### **5.2.2- Rendimiento Cárnico al Término del Estudio**

A los 36 días de edad se realizó nuevamente una evaluación de crecimiento de pechuga y muslo. Para esto se tomaran 3 aves de cada repetición, con un peso vivo individual en un rango de +/- un 5% del peso promedio de su respectiva repetición, las aves fueron marcadas y trasladadas al matadero, donde fueron procesadas de manera estandarizada según los procedimientos del establecimiento, luego de lo cual se recuperaron las canales, las que fueron sometidas al siguiente procedimiento:

- i- Pesaje individual de las canales.
- ii- Remoción de la pechuga con hueso y los trutros largos derechos de cada ave, registrándose su peso. Luego se procedió a disectar los músculos pectorales, gastrocnemio y peroneo largo correspondientes, registrándose sus pesos.
- iii- Los pesos de las piezas y músculos señalados, se utilizaron para calcular su rendimiento porcentual en relación al peso vivo al de la canal de los pollos y al de las piezas correspondientes.

### **5.3.- Análisis de las dietas**

Todas las dietas fueron muestradas y analizadas para “Análisis Químico Proximal”. Para esto, se tomó una muestra representativa de cada dieta de Preinicio correspondiente a los distintos tratamientos y de las dietas de Inicio, Intermedio y Final las cuales se enviaron al laboratorio para análisis.

El análisis del nivel de hidrólisis con sus pesos moleculares del Control BIOCP® y de cada sobrehidrolizado ACTIVIUM® utilizado en este estudio, se encuentra detallado en la Tabla 3 (Información entregada por la empresa PROFISH), donde se muestra (Gráfico 1) la relación inversa de los pesos moleculares menores a 1000 y el PM (Peso molecular promedio en Dalton).

**Tabla 3.- Nivel de Hidrólisis y pesos moleculares de Sobrehidrolizados utilizados en este estudio (información entregada por la empresa "PROFISH S.A.")**

<b>Nivel Hidrólisis</b>	<b>BIO CP</b>	<b>EP-125</b>	<b>EP-120</b>	<b>EP-119</b>	<b>EP-129</b>
	% Prot. Sol.	% Prot. Sol.	% Prot. Sol.	% Prot. Sol.	% Prot. Sol.
<b>PM&gt;10000</b>	21,61	5,95	5,24	6,43	5,00
<b>10000&lt;PM&lt;5000</b>	5,88	3,72	3,62	4,32	3,70
<b>5000&lt;PM&lt;1000</b>	24,39	26,98	16,48	19,06	15,50
<b>1000&lt;PM&lt;500</b>	22,19	30,22	29,58	31,43	30,50
<b>500&lt;PM&lt;120</b>	24,62	32,03	43,73	37,35	43,70
<b>PM&lt;120</b>	1,31	1,54	4,35		
<b>Menor a 500</b>	25,93	33,57	45,08	38,76	45,11
<b>Menor a 1000</b>	48,12	63,79	74,66	70,19	75,61
<b>Entre 500 y 120</b>	24,62	32,03	43,73	37,35	43,70
<b>PM *</b>	11312	4157	2655	3203	2712

\* Peso molecular promedio en Daltons.

La tabla 4 nos muestra el nivel de hidrólisis enzimática de proteínas a la cual fue sometida la materia prima en la segunda fase de hidrólisis representada por los pesos moleculares y el porcentaje de proteína soluble que se encuentra en cada uno de los distintos

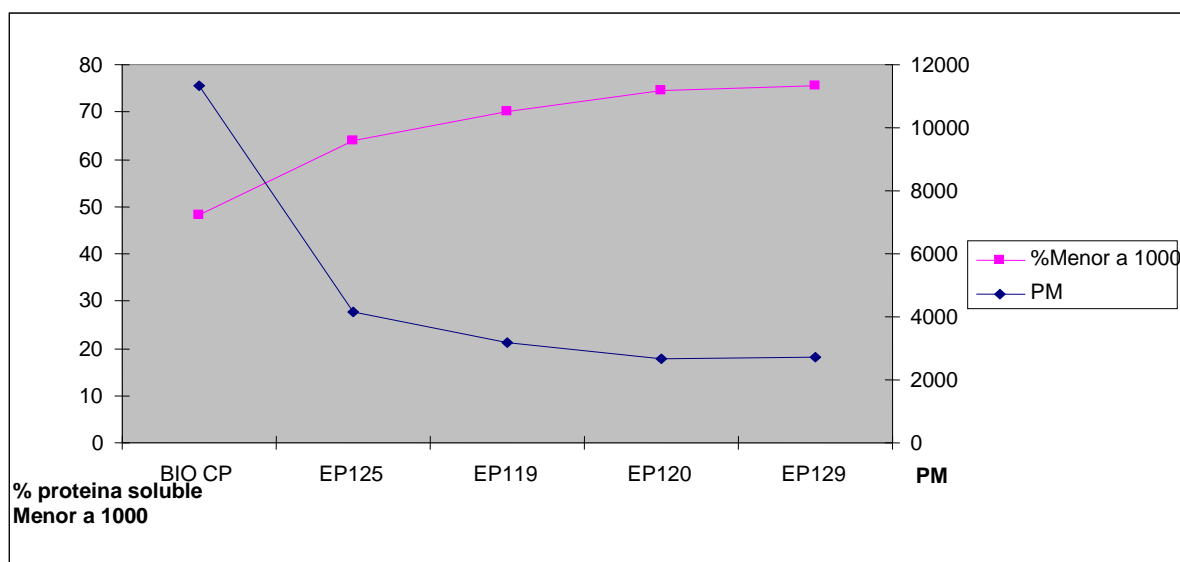
sobrehidrolizados utilizados en el estudio. Este es un proceso que transcurre a través de un conjunto de etapas en serie, que se inicia cuando las enzimas proteasas actúan sobre el enlace peptídico, rompiéndolo y liberando el grupo amino y el grupo carboxilo, generando:  
 Proteínas → Proteosas → Peptonas → Péptidos → Amoniácidos.

Cada uno de estos productos intermediarios, se diferencian básicamente de los otros en su solubilidad, lo que esta relacionado con los Pesos moleculares promedio (PM) y con la relación nitrógeno amino/ nitrógeno total de cada producto intermediario.

De esta forma podemos observar que en la tabla 4 el hidrolizado proteico BIO CP presenta un mayor porcentaje de proteína soluble a mayores pesos moleculares, en cambio los hidrolizados proteicos ACTIVIUM® EP presentan bajos porcentajes de proteína soluble con altos pesos moleculares.

Esto se invierte con los pesos moleculares menores a 1000 donde el porcentaje de proteína soluble aumenta considerablemente en los sobrehidrolizados proteicos ACTIVIUM® utilizados en este estudio en comparación del hidrolizado proteico BIO CP ya que presenta un bajo nivel de hidrólisis para pesos moleculares menor a 1000.

**Gráfico N° 1.- Peso molecular menor a 1000 Da y PM.**



El gráfico N° 1, muestra la relación inversa que existe al graficar los pesos moleculares menores a 1000 del hidrolizado proteico BIOCP y los sobrehidrolizados ACTIVIUM®, y el PM (Peso molecular promedio en Dalton) de cada uno de ellos. Así se puede observar que aumenta la curva de los Pesos moleculares menor a 1000 a medida que aumenta el nivel de hidrólisis de los productos utilizados (pesos moleculares mas pequeños), donde el hidrolizado proteico BIOCP es el que presenta menor cantidad de pesos moleculares menor a 1000 y los sobrehidrolizados proteicos ACTIVIUM® una mayor proporción de pesos moleculares menores a 1000, y al observar la curva de los Pesos moleculares promedio PM, donde el hidrolizado proteico BIOCP presenta los pesos moleculares mas altos en comparación con los sobrehidrolizados proteicos ACTIVIUM® cuyos pesos moleculares son mas bajos, así se puede confirmar la relación inversa que existe a un mayor nivel de hidrólisis menores pesos moleculares.

En la Tabla 4 indica la composición química y perfil aminoacídico de los sobrehidrolizados en estudio (Información entregada por la empresa PROFISH).

Los sobrehidrolizados probados, se diferencian en su proceso industrial de elaboración, en los tipos de enzimas utilizados en la segunda fase de hidrólisis (con mayor y/o menor actividad de endo y exopeptidasas). Además, el ACTIVIUM® EP-129 es procesado a partir de una materia prima (jurel) con mayor exigencia del indicador de calidad por frescura.



**Tabla 4.- Composición Química de los sobre-hidrolizados utilizados en este estudio (Información entregada por la empresa "PROFISH S.A.")**

<b>ANÁLISIS</b>	<b>BIO-CP</b>	<b>EP-119</b>	<b>EP- 120</b>	<b>EP- 125</b>	<b>EP-129</b>
Humedad (%)	4,60	5,00	4,90	3,50	3,60
Proteína (%)	70,80	70,60	67,50	69,70	69,00
Ceniza (%)	7,00	7,40	7,50	7,00	8,00
Grasa (%)	14,70	15,30	16,70	19,40	15,60
Prot. Solub. (%)	68,5	85,10	82,60	82,30	84,20
Calcio mg/kg	1902	2174	2214	1341	1516
Fósforo (%)	0,79	0,79	0,79	0,77	0,80
Sal (%)	2,30	2,70	2,70	2,50	2,60

	<b>BIO-CP g./100g</b>	<b>EP-119 g./100g</b>	<b>EP- 120 g./100g</b>	<b>EP- 125 g./100g</b>	<b>EP-129 g./100g</b>
ACIDO ASPARTICO	6,47	6,98	6,57	6,69	6,51
ACIDO GLUTAMICO	8,99	9,42	8,93	9,58	9,4
HIRDOXIPROLINA	0,54	0,55	0,52	0,53	0,52
SERINA	2,9	2,94	2,9	2,79	2,85
GLICINA	3,85	3,96	3,8	3,98	3,97
HISTIDINA	3,40	3,99	3,71	3,94	3,79
ARGININA	4,06	2,90	2,81	2,95	2,96
TAURINA	0,83	0,92	0,57	0,91	0,58
TREONINA	3,28	3,51	3,42	3,46	3,5
ALANINA	2,45	2,5	2,44	2,5	2,52
PROLINA	3,36	3,48	3,37	3,47	3,48
TIROSINA	2,05	2,16	2,04	2,11	2,07
VALINA	3,23	3,55	3,39	3,47	3,43
METIONINA	2,12	1,84	1,96	1,83	2,02
ISOLEUCINA	3,28	3,5	3,32	3,49	3,43
LEUCINA	5,59	5,77	5,61	5,64	5,68
FENILALANINA	2,83	2,88	2,87	2,79	2,87
LISINA	5,85	5,99	5,80	5,87	5,83
<b>SUMA DE AA</b>	<b>65,08</b>	<b>66,84</b>	<b>64,05</b>	<b>65,99</b>	<b>65,42</b>
<b>% PROT. TOTAL</b>	<b>70,8</b>	<b>70,6</b>	<b>67,5</b>	<b>69,7</b>	<b>69</b>

#### **5.4- Análisis Estadístico**

Los resultados se sometieron a un análisis de varianza (ANDEVA) considerando un diseño completamente al azar, para determinar efecto de tratamientos, mediante el programa SAS Learning Edition 2.0 (2004). Los valores expresados en porcentaje fueron transformados según la función raíz del arcoseno, previo al ANDEVA. Las variables que resultaron con efecto significativo al ANDEVA ( $p \leq 0.05$ ) fueron sometidas a una prueba de Tukey de comparación de medias.

El diseño estadístico utilizó el siguiente modelo:

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

Donde:

$Y_{ij}$  = respuesta observada

$\mu$  = media poblacional

$T_i$  = efecto del  $i$ -ésimo tratamiento ( $i = T_1, T_2, \dots, T_6$ )

$\epsilon_{ij}$  = error

## 6.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1.-Análisis Químico de las Dietas

El análisis químico de las distintas dietas ofrecidas a los pollos broiler de este estudio, se expresan en la Tabla 5.

**Tabla 5.- Análisis Químico de las dietas utilizadas en un ciclo productivo completo en la suplementación de pollos broiler.**

	DIETAS	ANÁLISIS QUÍMICO				
		Humedad (%)	Prot. Total (%)	Grasa Total (%)	Cenizas (%)	Fibra Cruda (%)
<b>PREINICIO</b>	Control Maíz-Soya	10,77	27,46	9,53	8,5	3,05
	Control BioCP® 3%	11,07	26,56	9,38	8,52	3,31
	EP-119 1,8%	11,29	26,86	9,02	8,37	2,77
	EP-120 1,8%	11,63	25,39	8,98	8,49	3,18
	EP-125 1,7%	11,53	25,93	9,05	8,26	3,16
	EP-129 1,8%	11,77	27,08	8,97	7,73	3,19
	<b>INICIO</b>	10,72	23,05	4,21	8,93	3,57
	<b>INTERMEDIO</b>	10,85	22,52	4,35	8,63	2,71
	<b>FINAL</b>	11,02	17,66	5,47	8,93	2,31

Todos los análisis fueron realizados en Laboratorio LABSER, Rancagua.

Los valores de las fracciones analíticas del Análisis Químico Proximal presentados en la Tabla 5, son en general superiores pero concordantes con los aportes nutricionales de la formulación del estudio y se encuentran dentro de los estándares utilizados para la línea genética (Ross 308) utilizada.

Cuando se comparan estas cifras con los valores nutricionales de las bases de formulación de las dietas (Tablas 1 y 2) se puede apreciar que en general los valores analíticos obtenidos, fueron superiores a los considerados a la base de datos para formulación.

Esta diferencia entre el real valor nutricional de los alimentos (Tabla 5) y los valores de las bases de formulación (Tablas 1 y 2) se puede explicar por la información nutricional de los alimentos que se encuentra en la base de datos del programa de formulación de las dietas

que puede haber sido diferente y sin embargo, se encuentran dentro de un rango de variación aceptable.

## **6.2.- Evaluación del Crecimiento de Pechuga y Muslos al Finalizar el Período de Preinicio:**

A los 15 días de iniciado el estudio, finalizado el periodo de Preinicio, se realizó una evaluación del peso de sacrificio, peso de pechuga y peso de muslos de las aves, para lo cual se individualizaron las aves y piezas musculares correspondientes. Los resultados de esta medición se observan en la Tabla 6 que presenta los valores de los indicadores estudiados peso sacrificio (PS), peso pechuga y peso trutro en gramos y sus rendimientos porcentuales en relación al peso de sacrificio del pollo.

**Tabla 6.- Peso de sacrificio, peso de pechuga y trutro y sus rendimientos porcentuales respecto al peso de sacrificio al día 15 de edad (Promedios  $\pm$  DS).**

Tratamiento	Peso sacr.(PS) g	Peso pech. g	Peso trutro g	Peso pech./PS %	Peso trutro/PS %
Control Maíz Soya	371,67 <sup>a</sup> $\pm$ 29,59	60,80 <sup>a</sup> $\pm$ 8,70	33,60 <sup>a</sup> $\pm$ 3,11	16,31 $\pm$ 1,43	9,04 $\pm$ 0,50
Control BioCP® 3%	416,33 <sup>bc</sup> $\pm$ 19,16	71,40 <sup>b</sup> $\pm$ 7,55	39,00 <sup>bc</sup> $\pm$ 3,07	17,14 $\pm$ 1,46	9,37 $\pm$ 0,59
EP-119 1,8%	423,53 <sup>bc</sup> $\pm$ 14,83	71,87 <sup>b</sup> $\pm$ 5,96	38,47 <sup>bc</sup> $\pm$ 2,47	16,97 $\pm$ 1,26	9,08 $\pm$ 0,47
EP-120 1,8%	428,80 <sup>c</sup> $\pm$ 14,83	74,33 <sup>b</sup> $\pm$ 5,37	38,73 <sup>bc</sup> $\pm$ 2,49	17,35 $\pm$ 1,27	9,03 $\pm$ 0,40
EP-125 1,7%	402,73 <sup>b</sup> $\pm$ 30,15	69,53 <sup>b</sup> $\pm$ 9,46	36,00 <sup>ab</sup> $\pm$ 4,17	17,23 $\pm$ 1,58	8,92 $\pm$ 0,53
EP-129 1,8%	432,47 <sup>c</sup> $\pm$ 17,55	75,87 <sup>b</sup> $\pm$ 7,48	39,73 <sup>c</sup> $\pm$ 2,81	17,53 $\pm$ 1,37	9,18 $\pm$ 0,42
<b>Andeva: P=</b>	0,0001	0,0001	0,0001	0,2371	0,1952

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

En la tabla 6, los pesos de pechuga y trutro reflejan los pesos vivos de los pollos muestreados. En general, todos los grupos con hidrolizados incluidos, se diferenciaron del control Maíz-Soya, con valores superiores.

Cuando se comparan los tratamientos con los distintos hidrolizados para la variable peso de sacrificio, se aprecia la superioridad del EP-120 y EP-129, que a pesar de no diferenciarse del EP-119 y del control BioCP, muestran valores de peso vivo algo mayores estadísticamente ( $p < 0,05$ ) del tratamiento control.

Sin embargo, cuando se expresan los pesos de pechuga y trutro como porcentaje del peso vivo, desaparecen todas las diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos, haciendo difícil señalar alguna ventaja de los hidrolizados probados sobre rendimientos porcentuales de las piezas anatómicas de mayor valor comercial, en relación al peso de su correspondiente canal. El impacto positivo del empleo de los hidrolizados proteicos fue entonces sobre el crecimiento total del ave en peso vivo.

Esto concuerda con lo postulado por Profish (2008), ya que ellos señalan que los hidrolizados proteicos de pescado tienen una distribución de pesos moleculares proteicos específicos; aminoácidos libres, péptidos pequeños y polipéptidos que son absorbidos eficientemente; peptonas y proteosas que son hidrolizadas y absorbidas también eficientemente. Por lo tanto, se componen de un pool proteico de excelente calidad para que los pollitos con su sistema digestivo aun inmaduro, puedan absorber eficientemente el nitrógeno proteico requerido para el adecuado desarrollo de sus estructuras y crecimiento, obteniendo una ventaja sobre dietas maíz-soya, lo que se demuestra en este estudio ya que al día 15 de edad hubo diferencias significativas en el peso de sacrificio, por lo tanto se observa la ventaja nutricional de los hidrolizados proteicos de pescado.

También concuerda con lo publicado por Noy y Sklan (2003), quienes postulan que alimentar con dietas que contengan hidrolizados proteicos, puede llevar a un gran aumento del crecimiento inmediatamente después del nacimiento.

Estos resultados, valorizan aún mas la respuesta en peso de sacrificio, peso pechuga y peso de muslo de los tratamientos que incorporaron hidrolizados proteicos de pescado, ya que superan al control con proteína vegetal de soya.

Esto concuerda con lo publicado por Vioque y Millán (2005) y Martínez y Martínez (2006), quienes postulan que al hidrolizar un alimento de manera artificial se obtienen péptidos bioactivos, los cuales tienen un gran valor nutritivo por ser secuencias de aminoácidos de pequeño tamaño que están inactivos dentro de la proteína intacta, pero que al ser liberados durante la hidrólisis y son capaces de ejercer efectos biológicos específicos en el sistema digestivo de los pollos, obteniendo mejores resultados en crecimiento y desarrollo muscular de los pollos.

En un estudio realizado por Pérez (2008), en donde se probaron hidrolizados proteicos de pescado en dietas de preinicio en pollos broiler, no se presentaron diferencias estadísticamente significativas al finalizar el periodo de preinicio. Esto incluye tanto los valores absolutos como las relaciones entre las distintas piezas y músculos entre sí como con el peso de sacrificio. Sin embargo, los hidrolizados proteicos tendieron a un mayor peso de sacrificio que el control maíz-soya, lo que no concuerda con los resultados de este estudio para el periodo de preinicio.

### **6.3.- Evaluación del Crecimiento de los Músculos Gastrocnemio, Peroneo Largo y Pectorales al Finalizar el Período de Preinicio:**

Continuando con la primera evaluación a los 15 días de iniciado el estudio, finalizado el periodo de Preinicio, se realizó la disección de las piezas anatómicas pechuga y muslos de las aves, así se obtuvieron los músculos pectorales, gastrocnemio y peroneo largo, registrando sus respectivos pesos. Los pesos de los músculos señalados, se utilizaron para calcular su rendimiento porcentual en relación al peso vivo del pollo y en relación a la pieza anatómica correspondiente. Los resultados de esta medición se observan en la Tabla 7 que presenta los valores de los indicadores estudiados peso gastrocnemio, peso peroneo largo y peso pectorales en gramos y sus rendimientos porcentuales en relación al peso de sacrificio del pollo, peso trutro y peso pechuga.

**Tabla 7.- Pesos promedios de los músculos gastrocnemio, peroneo y pectorales y sus rendimientos porcentuales respecto al peso sacrificio, peso trutro y pechuga al día 15 de edad (Promedios  $\pm$  DS).**

Tratamiento	Peso gastrocnemio g	Peso peroneo g	Peso pectorales g	G+P/Peso trutro %	G+P/peso sacr. %	Pect./Peso pech. %	Pect./Peso sacr. %
Control Maíz Soya	1,44 <sup>a</sup> $\pm$ 0,16	1,23 <sup>a</sup> $\pm$ 0,15	46,74 <sup>a</sup> $\pm$ 6,87	7,96 $\pm$ 0,53	0,72 $\pm$ 0,05	76,99 $\pm$ 4,70	12,53 $\pm$ 1,10
Control BioCP® 3%	1,71 <sup>b</sup> $\pm$ 0,17	1,44 <sup>b</sup> $\pm$ 0,16	55,42 <sup>b</sup> $\pm$ 6,71	8,06 $\pm$ 0,60	0,75 $\pm$ 0,06	77,74 $\pm$ 6,26	13,30 $\pm$ 1,35
EP-119 1,8%	1,68 <sup>b</sup> $\pm$ 0,12	1,38 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,17	56,72 <sup>b</sup> $\pm$ 5,14	7,97 $\pm$ 0,61	0,72 $\pm$ 0,06	78,99 $\pm$ 4,15	13,38 $\pm$ 1,00
EP-120 1,8%	1,70 <sup>b</sup> $\pm$ 0,16	1,43 <sup>b</sup> $\pm$ 0,17	57,40 <sup>b</sup> $\pm$ 5,65	8,07 $\pm$ 0,50	0,73 $\pm$ 0,05	77,27 $\pm$ 5,64	13,39 $\pm$ 1,25
EP-125 1,7%	1,60 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,26	1,33 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,20	54,76 <sup>b</sup> $\pm$ 7,28	8,16 $\pm$ 0,73	0,73 $\pm$ 0,08	78,83 $\pm$ 2,45	13,56 $\pm$ 1,11
EP-129 1,8%	1,73 <sup>b</sup> $\pm$ 0,16	1,45 <sup>b</sup> $\pm$ 0,17	59,80 <sup>b</sup> $\pm$ 5,85	8,01 $\pm$ 0,50	0,74 $\pm$ 0,06	79,03 $\pm$ 5,54	13,82 $\pm$ 1,11
Andeva: P=	0,0001	0,0045	0,0001	0,9411	0,7348	0,7620	0,0734

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

Al observar los pesos de los músculos estudiados al día 15 experimental, los pesos de gastrocnemio, peroneo y pectorales de los tratamientos que incluían hidrolizados en sus dietas, superaron estadísticamente en la mayoría de los casos a los del grupo control, con la excepción de EP-119 para peso de peroneo y EP-125 para peso de gastrocnemio y peroneo. Sin embargo, nuevamente cuando estos pesos se expresan porcentualmente en relación al peso de las piezas de origen “trutro” y/o “pechuga” y en relación al peso de sacrificio, desaparecen las diferencias antes comentadas.

Estos resultados apuntan a validar las diferencias en los pesos de los músculos, a los pesos vivos de los pollos muestreados, y a los pesos de sus piezas de matadero estudiadas.

Los grupos que incluyeron hidrolizados en sus dietas, lograron pesos vivos superiores (Tabla 6) y también, pesos de piezas y músculos mayores que el control, tal vez evidenciando así un efecto favorable de los diferentes hidrolizados sobre el crecimiento de estos indicadores.

#### **6.4.- Evaluación del Rendimiento Cárnico al Término del Estudio**

A los 36 días de edad, término del estudio, se realizó nuevamente una evaluación de crecimiento de los pollos. Para esto las aves fueron pesadas, marcadas y trasladadas al matadero, donde fueron procesadas de manera estandarizada según los procedimientos del establecimiento, luego de lo cual se recuperaron las canales, las que fueron pesadas. Los resultados de esta medición se observan en la Tabla 8, donde se presentan los valores de los pesos vivos y peso de la canal en kilogramos y su correspondiente expresión porcentual en relación al peso vivo.

**Tabla 8.- Rendimiento de la Canal al día 36 de edad (Promedios  $\pm$  DS).**

<b>Tratamiento</b>	<b>Peso Vivo kg</b>	<b>Peso Canal kg</b>	<b>Peso canal/Peso vivo %</b>
<b>Control Maíz Soya</b>	1,830 <sup>a</sup> $\pm$ 0,061	1,325 $\pm$ 0,065	72,377 $\pm$ 1,775
<b>Control BioCP® 3%</b>	1,881 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,096	1,375 $\pm$ 0,063	73,159 $\pm$ 1,920
<b>EP-119 1,8%</b>	1,910 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,091	1,398 $\pm$ 0,066	73,195 $\pm$ 1,172
<b>EP-120 1,8%</b>	1,926 <sup>b</sup> $\pm$ 0,071	1,407 $\pm$ 0,068	73,050 $\pm$ 2,059
<b>EP-125 1,7%</b>	1,887 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,102	1,368 $\pm$ 0,082	72,522 $\pm$ 1,466
<b>EP-129 1,8%</b>	1,917 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,104	1,394 $\pm$ 0,096	72,679 $\pm$ 1,794
<b>Andeva: P=</b>	0,0359	0,0607	0,6841

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

Cuando se analizan los valores obtenidos por los diferentes tratamientos en relación al rendimiento de la canal, se aprecia que en el peso vivo, sólo el grupo EP-120 marca superioridad estadística respecto al tratamiento control Maíz-Soya, esta diferencia desaparece para el peso de canal caliente y para su expresión porcentual sobre el peso vivo; sin embargo, se debe tener presente que a pesar de lo comentado el grupo EP-120, marca una tendencia numérica de superioridad sobre el resto, respecto del peso de la canal.



Las diferencias estadísticas son realmente entre el tratamiento control Maíz-Soya y el EP-120 ( $p < 0,05$  a-b). Los otros tratamientos, están en una situación intermedia.

En el peso canal no hay diferencias estadísticas, sin embargo, el valor de  $p$  es muy cercano al de significado ( $0,05$  v/s  $0,06$ ).

Esta realidad, nuevamente valora el peso de la canal superior numéricamente del grupo EP-120, por sobre los demás.

### **6.5.- Evaluación del Crecimiento de Pechuga y Muslos al Término del Estudio**

Continuando con la segunda evaluación, al término del estudio, se realizó la disección de la canal de los pollos, obteniendo las piezas anatómicas pechuga y muslos derechos de las aves, y registrando sus pesos. Los resultados de esta medición se observan en la Tabla 9, donde se presentan los valores de los pesos promedio de la canal, peso pechuga y peso trutro en kilogramos con sus correspondientes rendimientos porcentuales en relación al peso de la canal de los pollos.

**Tabla 9.- Pesos promedios de la canal, pechuga y trutro y sus rendimientos porcentuales respecto al peso de la canal al día 36 de edad (Promedios  $\pm$  DS).**

Tratamiento	Peso canal Kg.	Peso pech. Kg.	Peso trutro Kg.	Peso pech. /peso canal %	Peso trutro/ peso canal %
Control Maíz Soya	1,325 $\pm 0,065$	0,353 <sup>a</sup> $\pm 0,041$	0,184 $\pm 0,012$	26,593 $\pm 2,005$	13,923 <sup>a</sup> $\pm 0,634$
Control BioCP® 3%	1,375 $\pm 0,063$	0,361 <sup>ab</sup> $\pm 0,039$	0,178 $\pm 0,011$	26,186 $\pm 1,854$	12,968 <sup>b</sup> $\pm 0,693$
EP-119 1,8%	1,398 $\pm 0,066$	0,377 <sup>ab</sup> $\pm 0,026$	0,188 $\pm 0,013$	26,965 $\pm 1,446$	13,439 <sup>ab</sup> $\pm 0,782$
EP-120 1,8%	1,407 $\pm 0,068$	0,393 <sup>b</sup> $\pm 0,032$	0,187 $\pm 0,015$	27,904 $\pm 1,326$	13,277 <sup>ab</sup> $\pm 0,680$
EP-125 1,7%	1,368 $\pm 0,082$	0,373 <sup>ab</sup> $\pm 0,031$	0,186 $\pm 0,016$	27,266 $\pm 1,577$	13,570 <sup>ab</sup> $\pm 0,775$
EP-129 1,8%	1,394 $\pm 0,096$	0,377 <sup>ab</sup> $\pm 0,037$	0,185 $\pm 0,017$	27,038 $\pm 1,909$	13,247 <sup>ab</sup> $\pm 0,753$
Andeva: P=	0,0667	0,0309	0,1846	0,1289	0,0171

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

De los valores de crecimiento de pechuga y muslo informados en la Tabla 9, destaca la superioridad estadística del EP-120, sobre el control para peso de pechuga, a pesar de no haber diferencias estadísticas entre grupos para peso de canal. Sí para rendimiento porcentual del trutro respecto del peso de canal, pero señalando que es el grupo “Control BioCP®”, el que se comporta estadísticamente inferior ( $p < 0,05$ ) al control Maíz-Soya y a los otros grupos que incluían los diferentes hidrolizados.

Este comportamiento no se observó en el peso del trutro ni en su expresión porcentual, donde todos los tratamientos, con la sola excepción del grupo BioCP, son estadísticamente iguales al control Maíz-Soya.

Se puede afirmar que según lo establecido por Noy y Sklan (1998), los hidrolizados proteicos de pescado producen una mayor proporción de carne de pechuga y de muslo al momento del sacrificio, ello no que se da con exactitud, ya que al día 36 de edad cuando se evalúan las características de la canal, no se observan diferencias significativas para peso de la canal y peso de trutro, pero sí en peso de la pechuga para su valor relativo, aunque el efecto no se observa en el valor relativo de peso de pechuga con peso de la canal, esto podría deberse a que, en su conjunto, toda la canal creció, no sólo la pechuga.

Este resultado fue concordante con el estudio realizado por Yáñez (2009), el que presentó similitudes con este estudio, pero con diferencias significativas para peso del trutro.

### **6.6.- Evaluación del Crecimiento de los Músculos Gastrocnemio, Peroneo Largo y Pectorales al Finalizar el Estudio**

Continuando con la segunda evaluación al finalizar el estudio, día 36, se realizó la disección de las piezas anatómicas pechuga y muslos de las aves, se removió la pechuga con hueso y los trutros largos derechos de cada ave, así se obtuvieron los músculos pectorales, gastrocnemio y peroneo largo, registrando sus respectivos pesos. Los pesos de los músculos señalados, se utilizaron para calcular su rendimiento porcentual en relación al peso de la canal del pollo y en relación a la pieza anatómica señalada. Los resultados de esta medición se observan en la Tabla 10 que presenta los valores de los indicadores estudiados peso gastrocnemio, peso peroneo largo y peso pectorales en gramos y sus rendimientos porcentuales en relación al peso canal del pollo, peso trutro y peso pechuga.

**Tabla 10.- Pesos promedios de los músculos gastrocnemio, peroneo y pectorales y sus rendimientos porcentuales respecto al peso de la canal, peso trutro y pechuga al día 36 de edad (Promedios  $\pm$  DS).**

Tratamiento	Peso gastrocnemio g	Peso peroneo g	Peso pectorales g	G+P/Peso trutro %	G+P/peso canal %	pect./Peso pech. %	pect./peso canal %
<b>Control Maíz Soya</b>	8,43 $\pm 0.73$	7,45 $\pm 0.68$	294,67 $\pm 37.99$	8,62 $\pm 0.61$	1.20 $\pm 0.08$	83.32 $\pm 2.45$	22.18 $\pm 2.02$
<b>Control BioCP® 3%</b>	8,38 $\pm 0.68$	7,28 $\pm 0.75$	299,20 $\pm 41.31$	8,81 $\pm 0.73$	1.14 $\pm 0.08$	82.70 $\pm 3.51$	21.69 $\pm 2.21$
<b>EP-119 1,8%</b>	8,68 $\pm 0.92$	7,68 $\pm 0.79$	317,07 $\pm 31.37$	8,74 $\pm 0.86$	1,17 $\pm 0.08$	84,03 $\pm 3.48$	22,66 $\pm 1.61$
<b>EP-120 1,8%</b>	8,56 $\pm 0.76$	7,69 $\pm 0.89$	325,80 $\pm 30.03$	8,71 $\pm 0.74$	1,15 $\pm 0.08$	82,91 $\pm 3.42$	23,14 $\pm 1.55$
<b>EP-125 1,7%</b>	8,44 $\pm 0.70$	7,49 $\pm 0.81$	312,60 $\pm 28.75$	8,59 $\pm 0.49$	1,16 $\pm 0.07$	83,75 $\pm 2.49$	22,84 $\pm 1.52$
<b>EP-129 1,8%</b>	8,40 $\pm 0.89$	7,94 $\pm 0.85$	311,73 $\pm 33.29$	8,88 $\pm 0.79$	1,17 $\pm 0.07$	82,68 $\pm 2.53$	22,36 $\pm 1.79$
<b>Andeva: P=</b>	0,8965	0,2912	0,1420	0,8751	0,3703	0,7355	0,3043

A esta edad (36 días) no se alcanzaron diferencias estadísticas entre tratamientos para ninguno de los músculos en estudio; mas aún, los valores mostrados son extraordinariamente semejantes entre tratamientos. Así, nuevamente se aprecia que el efecto favorable de los hidrolizados proteicos apreciados a los 15 días del ensayo (Tabla 7) desaparece con la edad, diluyéndose con el tiempo.

Esto concuerda con el estudio realizado por Pérez (2008), donde los efectos de los tratamientos sobre rendimiento de la canal y sobre las variables estudiadas al término del ciclo productivo, no presentan diferencias significativas para los valores absolutos ni para las relaciones entre las piezas y músculos entre sí, ni con el peso de la canal.

### **6.7.-Mortalidad**

En la Tabla 11, se exponen los porcentajes de mortalidad de los tratamientos para los distintos períodos del ensayo como también para la totalidad del estudio. El porcentaje de mortalidad de todos los períodos fue lo esperable para los estándares de la línea genética (Ross 308) utilizada observándose dentro de los rangos de un manejo productivo comercial.

**Tabla 11.- Porcentaje de Mortalidad de pollos broiler durante los diversos periodos.**

Tratamiento	Mortalidad (%)				
	1-15 días	16-22 días	23-28 días	29-35 días	1-35 días
Control Maíz-Soya	0	0	1,11	1,12	1,905
Control BioCP 3%	0	0	0	0	0
EP-119 1,8%	0	0	1,11	0	0,952
EP-120 1,8%	0,95	0	1,12	0	1,905
EP-125 1,7%	1,9	0	0	0	1,905
EP-129 1,8%	0	0	0	0	0

Como se observa en la Tabla 11 la mortalidad registrada para los diferentes tratamientos como para la totalidad de este estudio fue muy baja, reflejo de las excelentes condiciones de manejo empleadas y a los menores pesos vivos de los pollos, producto del ciclo productivo más corto diseñado.

Todos los pollos que murieron durante el ensayo fueron enviados al Laboratorio de Patología Aviar de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile, cuyos informes de se detallan en la Tabla 12. Las causas aparentes de muerte del primer período (1 a 15 días) correspondieron a cuadros septicémicos asociados a onfalitis y/o infección del saco vitelino y a cuadros de sofocación. En el resto de los períodos, las causas de muerte se debieron a cuadros de síndrome de muerte súbita asociadas al crecimiento acelerado de algunas aves producto de la selección genética.

**Tabla 12.-Informe de Patología Aviar: Causalidad de Muertes Estudio: 1-35 días.**

	FECHA	GRUPO	EDA D (días)	PESO (gramos )	DIAGNOSTICO
1	16-12-2007	5.3	5	96	Congestión pulmonar; alimento en estómagos y buche. SOFOCACIÓN.
2	23-12-2007	4.4	12	320	Edema y congestión pulmonar; alimento en estómagos y buche. Síndrome de Muerte Súbita.
3	25-12-2007	5.4	14	380	Estómago y buche con alimento. Bazo congestivo, brillante y de tamaño aparentemente normal. Aparente cuadro séptico.
4	04-01-2008	3.5	24	1070	Pulmón congestivo, saco vitelino residual del tamaño de una arveja.
5	08-01-2008	1.1	28	1037	Alimento en buche y estómagos, congestión y edema pulmonar. Síndrome de Muerte Súbita.
6	08-01-2008	1.5	28	1380	Alimento en buche y estómagos, congestión y edema pulmonar. Síndrome de Muerte Súbita.
7	08-01-2008	4.5	28	1100	Alimento en buche y estómagos, congestión y edema pulmonar, leve hidropericardio. Síndrome de Muerte Súbita.

Para finalizar, de acuerdo a toda la información recabada en este estudio y en función a la hipótesis que afirma que la incorporación de sobrehidrolizados proteicos de pescado en la dieta de preinicio de pollos broiler, tendría un efecto positivo sobre el rendimiento cárnico de estas aves durante un ciclo comercial completo, esto no se cumple en su totalidad. Los resultados muestran diferencias al final del periodo de preinicio en cuanto a sus valores absolutos, pero no en sus valores relativos, que no presentan diferencias significativas, lo mismo ocurre al finalizar el periodo comercial, donde los efectos iniciales se diluyen. Es por ésto que se sugiere la realización de nuevos estudios que aborden en mayor profundidad el efecto de los hidrolizados proteicos de pescado sobre las células miogénicas precursoras de músculos en pollos broiler, además de un estudio donde se realice la medición de grasa y mediciones de las características de la canal y peso de músculos pectorales y trutro dentro de un ciclo comercial completo de pollos broiler.

## **7.- CONCLUSIONES FINALES**

- 1-** El presente estudio mostró rendimientos productivos de los pollos ampliamente concordantes con los estándares de la línea genética (Ross 308) y con las productividades de planteles comerciales, de acuerdo a las condiciones experimentales a las que fueron sometidos.
  
- 2-** En este nuevo ensayo, con sobrehidrolizado proteico de pescado en dietas de broiler, persiste el hecho general comentado en estudios anteriores, donde tratamientos con hidrolizados marcaron diferencias favorables e interesantes por sobre el control, a los 15 días de estudio, edad de término de alimentación con dietas de preinicio, diferentes entre grupos. Sin embargo, estas ventajas productivas, se fueron diluyendo en el tiempo, para prácticamente desaparecer al término del estudio.
  
- 3-** Destaca en la presente ocasión, la superioridad numérica y/o estadística en los diferentes casos logrados por los pollos alimentados con EP-120 y EP-129, lo que amerita futuros ensayos con estos productos y/o con otros elaborados semejantemente, buscando optimizar los rendimientos productivos de los pollos broiler, principal fuente de proteína animal en nuestra población.
  
- 4-** Al diseñar futuros experimentos que busquen comparar distintas dietas de aves con hidrolizados proteicos de pescado, sería recomendable incorporar un estudio histológico del intestino de los pollos para observar con mayor exactitud si existe efectivamente un efecto de los hidrolizados a nivel de criptas intestinales y enterocitos.

## 8- BIBLIOGRAFÍA

- **APA. ASOCIACION DE PRODUCTORES AVICOLAS DE CHILE A.G.** 2010. Empresas líderes 2006: un vistazo a la avicultura mundial. [En línea]  
[http://www.apa.cl/index/tendencias\\_det.asp?id\\_tendencia=31](http://www.apa.cl/index/tendencias_det.asp?id_tendencia=31)  
[consulta 22/03/2010]
- **AURREKOETXEA, G.; PERERA, M.N.** 2002. Aprovechamiento de recursos pesqueros infrautilizados para la obtención de alimentos mejorados para cultivo de peces. Boletín Instituto Español de Oceanografía. 18 (1-4):87-93.
- **AUSTIC, R.E.** 1985. Development and adaptation of protein digestión. Journal of Nutrition. 115(5): 686-697.
- **AVILA, E.G.; BALLOUN, S.I.** 1974. Effect of anchova fish meal in broiler diets. Poultry Science. 53: 1372-1379.
- **BAR-SHIRA, E.; FRIEDMAN, A.** 2005. Ontogeny of gut associated immune competence in the chick. Israel Journal of Veterinary Medicine. 60(2): 42-50.
- **BEHNKE, K.; BEYER, S.** 2000. Effect of feed processing on broiler performance. **In:** VIII Seminario Internacional de Patología y Producción Avícola. Santiago, Chile. Octubre 9-11, 2002. [En línea]  
<<http://www.veterinaria. u chile.cl/publicacion/VIIIpatologia/SEMINARIOS/semi2.pdf>>  
[consulta 26/06/2008]
- **BRAKE, J.T.** 2002. The role of bile in early gastrointestinal development of poultry. Department of Poultry Science. North Carolina State University. [En línea]  
<<http://www.afma.co.za/afma-template/sept-therole-of.htm>>  
[consulta 28/03/2008]
- **BRITO, D.V.H.; CASARIN V.A.; DELGADO, C.J.; GARCÍA, E.M.; FORAT, S.M.** 2006. Uso de un alimento de recepción: cambios en el aparato digestivo de pollo de engorda durante la primera semana de edad. [En línea]  
<[http://www.engormix.com/s\\_articles\\_view.asp?art=303&AREA=AVG](http://www.engormix.com/s_articles_view.asp?art=303&AREA=AVG)>  
[consulta 28/09/2009]
- **CAMPABADAL, C.M.; ZUMBADO, M.E.** 1985. Evaluación de fuentes de proteína en la alimentación de pollos de engorde. Agronomía Costarricense. 9(1): 41-46.



- CHOCT, M.; KOCHER, A.** 2000. Use of enzymes in non-cereal grain feedstuffs. World Poultry Science congress ( citado por -GONZÁLEZ, J. 2000. Influencias de algunas características de composición de ingredientes alimentos en la productividad del broiler. [en línea]  
<<http://www.veterinaria.uchile.cl/publicacion/congresoxi/prafesional/ayes/3.doc>>  
[consulta 04-08-2009] ).
- **CHURCH, D.C.; POND, W.G.; POND, K.R.** 2003. Nutrición y alimentación de animales. 2ª ed. Editorial Limusa S.A. Mexico D.F., Mexico. 635 p.
- **CLASSEN, H.L.; BEDFORD, M.R.** 1991. The use of enzymes to improve the nutritive value of poultry feeds. Recent Advances in Animal Nutrition. pp 95-116 ( citado por GONZÁLEZ, J. 2000. Influencias de algunas características de composición de ingredientes alimentos en la productividad del broiler. [en línea]  
<<http://www.veterinaria.uchile.cl/publicacion/congresoxi/prafesional/ayes/3.doc>>  
[consulta 04-08-2009] )
- **CORLESS, A.B.; SELL, J.L.** 1999. The effects of delayed access to feed and water on the physical and functional development of the digestive system of young turkeys. Poultry Science. 78: 1158-1169.
- **CORZO, A.; KIDD, M.** 2004. Amino acid nutrition and breast meat yield in broilers. [en línea]. In: 2004 Annual North Carolina Poultry Nutrition Conference.  
<[http://www.ces.ncsu.edu/depts/poulsci/conference\\_proceedings/nutrition\\_conference/2004/corzo\\_2004.pdf](http://www.ces.ncsu.edu/depts/poulsci/conference_proceedings/nutrition_conference/2004/corzo_2004.pdf)> [consulta 31/05/2009].
- **CRESPO, N.** 2004. Reducción de la disposición de grasa abdominal en el pollo de carne mediante la modificación del perfil de ácidos grasos de la dieta. [en línea].  
<<http://www.tdx.cesca.es/tesisurv/available/tdx-0704105-125918/tesisncrespo.pdf>>  
[consulta 31/05/2009].
- **CUERVO, M.; GOMEZ, C.; ROMERO, H.** 2002. Efecto de la utilización de un suplemento nutricional hidratado en pollo de engorde recién nacido. Rev Col Cienc Pec selecciones 15:319-329.
- **DAS, C.; ROY, B.; OSHIMA, I.; MIYACHI, H.; NISHIMURA, S.; TABATA, S.; IWAMOTO, H.** 2008. Carcass composition and skeletal muscle distribution in broilers

produced under different nutrition regimes-2. Male broilers fed for rapid later growth following severe nutritional restriction Turing early growth. J. Fac. Agr. 53(1):49-53.

- **DINIZ, F.M.; MARTIN, A.M.** 1997. Fish protein hydrolysates by enzymatic processing. Agro Food Industry Hi-Tech. May/Jun: 9-13.

- **DINIZ, F.M.; MARTIN, A.M.** 1999. Hidrolizado protéico de pescado. In: Manual de pesca: Ciencia e Tecnologia do Pescado. 1 ed. Sao Paulo. Editora Varela. pp. 360-365.

-**DROR, Y., NIR, I. y NITSAN, Z.** 1997. Use of high-oil corn in poultry feeds. Br. Poultry Sci. 18:493.

-**FANGUY, R., MISRA, L., VO, K., BLOHOWIAK, C. y KRUEGER, W.F.** 1980. Impact of different grain varieties on poultry feed manufacturing. Poultry Sci. 59:1215.

-**FURLAN, E.F.; OETTERER, M.** 2002. Hidrolizado proteico de pescado. Revista de Ciencia & tecnología . 10(19): 79-89.

-**GONZÁLEZ, J.** 2000. Influencias de algunas características de composición de ingredientes alimentos en la productividad del broiler. [en línea]  
<<http://www.veterinaria.uchile.cl/publicacion/congresoxi/prafesional/ayes/3.doc>>  
[consulta 04-08-2009]

- **GONZÁLEZ, J.** 2004. Guía de términos avícolas. Santiago de Chile. U. de Chile, fac. cs. Veterinarias y Pecuarias, Depto. de Fomento de la Producción Animal. 3p.

- **GUADIX, A.; GUADIX, E.M.; PÁEZ-DUEÑAS, M.P.; GONZALEZ-TELLO, P.; CAMACHO, F.** 2000. Procesos tecnológicos y métodos de control en la hidrólisis de proteínas. Ars Pharmaceutica. 41(1); 79-89.

- **HALEVY, O.; KRISPIN, A.; LESHEM, Y.; McMURTRY, J.; YAHAV, S.** 2001. Early-age heat exposure affects skeletal muscle satellite cell proliferation and differentiation in chicks. Am. J. Physiol. Regulatory Integrative Comp. Physiol. 281:302-309.

- **HARRISON, G.H.; COATES, M.E.** 1972. Interrelationship between the growth-promoting effect of fish solubles and the gut flora of the chick. *British Journal Nutrition.* 28: 213-221.
- **HEUSER, G.F.** 1955. Alimentos para las aves. Complementos proteínicos de origen animal. In: *La Alimentación en Avicultura.* Unión Tipografica Editorial hispano Americana. México. Pp. 153-195.
- **IJI, P.A.; SAKI, A.; TIVEY, .R.** 2001. Body and intestinal growth of broiler chicks on a commercial starter diet. 2. Development and characteristics of intestinal enzymes. *British poultry Science.* 42: 514-522.
- **IJI, P.A.** 1999. The impact of cereal non-starch polysaccharides on intestinal development and function in broiler chickens. *World's Poultry Science Journal.* 55: 375-387.
- **KEMP, C.; KENNY, M.** 2003. Precise nutrition for breeders an broiler.. [en línea] <<http://www.aviagen.com/output.aspx?sec=2040&com=877&siteId=1>> [consulta 04-11-2008]
- **KROGDAHL, A., SELL, J.L.** 1984. Development of digestive enzymes an fat digestion in poults. In: *Proceeding 17<sup>th</sup> World Poultry Congress.* Helsinki, Finlandia. Pp. 352-354.
- **LEESON, S.; SUMMERS, J.D.** 2001. Feed ingredients an feed formulation. In: *Scott's Nutrition of the chicken.* 4 ed. University books. Guelph, Ontario, Canadá. Pp. 473-510.
- **LEESON, S.; ZUBAIR, A.K.** 2001. La digestion en las aves II: proteínas, grasas, carbohidratos, vitaminas y minerales. ). [en línea] <<http://www.novusint.com/Public/Library/TechPaper.asp?ID=100&selLocale=es-MX>> [consulta 04-11-2009]
- **LILJA, C.** 1983. Role of phytases in poultry nutrition, in *Enzymes in Animal Nutrition,* Wenk, Growth 47:317.
- **MACKIE, I.M.** 1982. General review of fish protein hydrolysates. *Animal Feed Science and Technology.* 7: 113-124.

- MAHAGNA, M. y NIR, I.** 1996. Effects of elevated levels of dietary vitamin E on responses of poultry to heat stress. *Br. Poultry Sci.* 37:359.
- **MAIGUALEMA, A.; GERNAT, G.** 2003. The effect of feeding elevated levels of tilapia (*Oreochromus niloticus*) by-product meal on broiler performance and carcass characteristics. *International journal of Poultry Science.* 2(3): 195-199.
- **MAIORKA, A.; DAHLKE, F.** 2006. Broiler adaptation to post-hatching period. *Ciencia Rural.* 36(2): 701-708.
- **MARTIN, O.; MADRAZO, G.; RORÍGUEZ, A.** 2002. Evaluación de dietas de preinicio en el comportamiento de pollos de engorde. *Revista Cubana de ciencia Avícola.* 26: 151-158.
- **MARTÍNEZ, O.; MARTÍNEZ, V.** 2006. Proteínas y péptidos en nutrición enteral. *Nutrición Hospitalaria* 21,s.2: 1-14.
- **MARTONE, C.B.; PETRUZZELO, M.; CASSIA, R.O.; PÉRES BORLA, O.; BUSCONI, L.; FOLCO, E.J.E.; SÁNCHEZ, J.J.** 2003. Obtencao e usos de hidrolisados protéicos de residuos de pescado. In : I Workshop Brasileiro em Aproveitamento de Sub-productos do Pescado. Itajaí-SC, Brasil. 04-05 diciembre 2003. Universidade doVale Itajaí.
- **MILES, R-D; JACOB, P.** 1997. Fishmeal: understanding why feed ingrediente is so valuable in poultry diets. University of Florida. IFAS extention. Edis. PS30. ). [en línea] <<http://www.edis.ifas.ufl.edu/PS007>> [consulta 04-11-2008]
- **MILLÁN, M.T.** 2005. Proyecto “Desarrollo de bio aviar, núcleo proteico para aves en períodos iniciales de crianza”. Santiago, Chile. Profish S.A. 3p.
- **MOORE, D.; FERKET, P.; MOZDZIAK, P.** 2005. Muscle development in the late embryonic and early posthatch poult. *International Journal of Poultry Science.* 4(3):138-142.

- **MORAN, Jr., E.** 1990. Feeding broilers at placement. p. 11-17 in Proc. 23rd Annual Carolina Nutrition Conference, Charlotte, NC. Carolina Feed Industry Assoc., Sanford, NC. Poultry Sci. 69:1718.
  
- **MORAN, E.; BILGILI, S.** 1993. Processing losses, carcass quality, and meat yields of broiler chickens receiving diets marginally deficient to adequate in lysine prior to marketing. Poultry Sci. 69:702-710
- **MURAKAMI, H., AKIBA, Y. y HORIGUCHI, M.** 1992. Growth and utilization of nutrients in newly-hatched chick without removal of residual yolk. Growth, Development and Aging. 56:75.
  
- **NEVES, R.; DE MIRA, N.; LANFER, U.** 2004. Caracterizacao de hidrolisados enzimáticos de pescado. Ciênc. Tecnol. Aliment. 24(1):101-108.
  
- **NICHOLSON, D.** 2004. Tools for evaluating brooding management. Zootecnica. ). [en línea]  
<<http://www.aviagen.com/output.aspx?sec=com1027&siteId=1>>  
[consulta :11-10-2009]
  
- **NIR, I., NITSAN, Z. y MAHAGNA, M.** 1993. Effect of age and dietary bulk on performance, intestinal characteristics, and severity of stunting syndrome in turkey poults. Br. Poultry Sci. 34:523.
  
- **NITSAN, Z., DUNNINGTON, E. y SIEGEL, P.** 1991. Zinc retention of broiler chickens as affected by dietary supplementation of zinc and microbial phytase, in Proc. Poultry Sci. 70:2040.
  
- **NOY, Y.; SKLAN, D.** 1995. Digestion and absorption in the young chick. Poultry science. 74: 366-373.
  
- **NOY, Y.; SKLAN, D.** 1997. Post hatch development in poultry. Journal Applied Poultry Research. 6:344-354.
  
- **NOY, Y.; SKLAN, D.** 1998. Metabolic responses to early nutrition. Journal Applied Poultry Res 7: 437-451.
  
- **NOY, Y.; SKLAN, D.** 2003. Crude protein and essential amino acid requirements in chicks during the first week posthatch. British Poultry Science. 44(2):266-274.

- **OBST, B.; DIAMOND, J.** 1992 How do feed enzymes help you realize the full potential from alternative feed ingredients . Auk 109:451.

- **ODALYS, M.; MADRAZO, G.; RODRIGUEZ, A.** 2002. Evaluación de dietas de preinicio en el comportamiento productivo de pollos de engorde. Rev. Cubana de Ciencia Avícola. 26:151-158.

- **ODEPA- OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS-MINISTERIO DE AGRICULTURA- GOBIERNO DE CHILE.** 2009. Mercado de la carne de ave. [en línea]

<<http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/servlet/contenidos.ServletDetallesScr;jsessionid=B494C423E3E4054315BF0E6BE7F49D?idcla=2&idcat=8&idn=1613>>

[consulta 23-04-2009]

- **ODEPA- OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS-MINISTERIO DE AGRICULTURA- GOBIERNO DE CHILE.** 2010. Mercado de la carne de ave. [en línea]

<[http://www.odepa.gob.cl/jsp/menu/publicaciones/publicaciones\\_rubros.jsp;jsessionid=1CBE25BB725CEBB2EF10605FABDE8E5B?rubro=pecuario](http://www.odepa.gob.cl/jsp/menu/publicaciones/publicaciones_rubros.jsp;jsessionid=1CBE25BB725CEBB2EF10605FABDE8E5B?rubro=pecuario)>

[consulta 03-05-2010]

- **O'SULLIVAN, N., DUNNINGTON, E., LARSEN, A. y SIEGEL, P.** 1992. Feeding new corn varieties to poultry. p. 321-326 in Proc. 57th Minnesota Nutrition Conference, Bloomington, MN. Poultry Sci. 71:610.

- **PERÉZ, A.** 2008. Efecto de la incorporación de hidrolizados proteicos de pescado en la dieta de preinicio de pollos broiler sobre el crecimiento de músculos de interés comercial. Tesis Título Médico Veterinario. Santiago, Chile. U. de Chile, Fac. Cs. Veterinarias y Pecuarias. 70 p.

- **POKNIAK, J.** 2002. Alimentos concentrados proteínicos. Apunte docente. U. de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. Depto. Fomento producción Animal. Pp 1-13.

- **POWLEY, J.** 2004. **Understanding** high level, predictable broiler performance. Asian Poultry Magazine. ). [en línea]

<<http://www.aviagen.com/docs/Understanding%20high%20level%20predicatble%20broiler%performance.pdf>>

[consulta 07-03-2009]

- **PROFISH**, 2008. [en línea]  
<<http://www.biocp.com/espanol/caracteristicas.htm>>  
[consulta 27-04-2008]
  
- **ROSENDE, S.** 2006. Patología de pollitos por mal manejo de incubadoras/nacedoras y/o de reproductores. Santiago, Chile. U. de Chile, Fac. Cs. Veterinarias y Pecuarias, Depto. de Patología Animal. 5 p.
- **SAKI, A.A.** 2005. Effect of post-hatch feeding on broiler performance. International Journal poultry science. 4: 4-6.
  
- **SATHIVEL, S.; BECHTEL, P. J.; BABBITT, J.K.; SMILEY, S.;REPPOND, K.D., PRINYAWIWATKUL, W.** 2003. Functional and nutritional properties of protein hydrolysates from herring (*Clupea barengus*). [en línea]  
<[http://ift.confex.com/ift/2003/techprogram/paper\\_18676.htm](http://ift.confex.com/ift/2003/techprogram/paper_18676.htm)>  
[consulta 04-03-2008]
  
- **SCHEUERMANN, G.; BILGILI, S.; HESS, J.; MULVANEY, D.** 2003. Breast muscle development in commercial broiler chickens. Poultry Science. 82: 1648-1658.
- **SELL, J., ANGEL, C., PIQUER, F., MALLARINO, E. y AL-BATSHAN, H.** 1991. Role of phytases in poultry nutrition, in Enzymes in Animal Nutrition, Wenk, C. and Boessinger, M., Eds., Proc. 1st Symp. Kartause Ittingen, Switzerland, Oct. 13-16, p 192. Poultry Sci. ,70:1200.
  
- **SERAGRO. SERVICIO AGRICOLAS S.A.** 2008. Producción Avícola: Cría de Pollos, Broilers, Aves. Sistemas de Producción. [en línea]  
<<http://seragro.cl/?a=652>>  
[Consulta 04/03/2008]
  
- **SKLAN, D.; HEIFETZ, S.; HALEVY, O.** 2003. Heavier chicks at hatch improves marketing body weight by enhancing skeletal muscle growth. Poultry Science. 82: 1778-1786.
  
- **SKLAN, D.; NOY, Y.** 2004. Catabolism and deposition of amino acids in growing chicks: effect of dietary supply. Poultry Science. 83: 952-961.

- **STURKIE, P.** 1965. Avian Physiology. 2º ed. Cornell University Press. Nueva York, Estados Unidos. 766p.
- **STURKIE, P.D.** 1967. Alimentación de aves: Sistema Digestivo del Ave. **In:** Fisiología Aviar. 2a ed. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- **TESSERAUD, S.; PYM, R.; LE BIHAN-DUVAL, E.; DUCLOS, M.** 2003. Response of broiler selected on carcass quality to dietary protein supply: live performance, muscle development, and circulating insulin-like growth factor (IGF-I and-II). Poultry Science. 82: 1011-1016.
- **THAXTON, J.P. y PARKHURST, C.** 1976. Growth, efficiency, and livability of newly hatched broilers as influenced by hydration and intake of sucrose. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr Poultry Sci. 55:2275.
- **THORKELSSON, G.** 2005. Bioactive components identified in enzyme hydrolysed fish proteins. [en línea ]  
<[http://www.seafooplus.org/Bioactive\\_components\\_i.393.0...html](http://www.seafooplus.org/Bioactive_components_i.393.0...html)>  
[consulta : 20-03-2009]
- **URDANETA-RINCÓN, M.; LEESON, S.** 2004. Muscle (Pectorales Mayor) protein turnover in young broiler chickens fed graded levels of lysine and crude protein. Poultry Science. 83: 1897-1903.
- **VAN RENSBURG.** 1999. The use of broiler pre-starter diet. [en línea ]  
<<http://www.spesfeed.co.za/winter99.htm#Broiler%20Performance%20Data>>  
[consulta : 23-09-2009]
- **VÁSQUEZ, M.; GARCÍA LUNA, P. P.** 2006. Patología Renal aguda y crónica. Monografías : “Proteínas en nutrición artificial”. SENPE. Unidad de Nutrición. Hospital Universitario Virgen del Rocío. Sevilla, España.
- **VELLEMAN, S.** 2007. Muscle development in the embryo and hatchling. Poultry Science. 86: 1050-1054.
- **VENTURINO, J. J.** 2006. Manejo de barrilleros en las primeras semanas de vida. Sitio Argentino de Producción Animal. [en línea ]  
<[http://www.produccionbovina.com/produccion\\_avicola/33-manejo\\_parrilleros.pdf](http://www.produccionbovina.com/produccion_avicola/33-manejo_parrilleros.pdf)>  
[consulta : 23-09-2009]



**-VIOQUE, J.; MILLÁN, F.** 2005. Los péptidos bioactivos en alimentación: nuevos agentes promotores de salud. *Agroscic. CTC Alimentación* 26: 103-107.

**-WARNICK, R.E.; ANDERSON, J.O.** 1968. Limiting essential amino acids in soybean for growing chickens and the effects of heat upon availability of essential amino acids. *Poultry Science*. 47: 281-287.

**-WEBB, K.** 1990. Intestinal absorption of protein hydrolysis products: a review. *J. Anim. Sci.* 68: 3011-3022.

**-WU, Y.C.; KELLEMS, R.O.; HOLMES, Z.A.; NAKAUSE, H.S.** 1984. The effect of feeding turk fish hydrolyzate meals on broiler performance and carcass sensory characteristics. *Poultry Science*. 43: 424-431.

**- YAÑEZ, S.** 2009. Evaluación de dos hidrolizados proteicos de pescado solos y mezclados con proteína vegetal de dos orígenes sobre las características de canal y medición de musculatura pectoral y muslo en pollos broiler. Tesis Título Médico Veterinario. Santiago, Chile. U. de Chile, Fac. Cs. Veterinarias y Pecuarias. 72 p.

**- ZHAO, J.** 2005. Impact of dietary proteins on growth performance, intestinal morphology, and mRNA abundance in weanling pigs. Doctor of philosophy in Animal Science. Virginia, EE.UU. Faculty of Virginia Polytechnic Institute and state University. 155p.

### Anexo 1.- Esquema utilizado en el régimen de luz/temperatura

Días de edad	Nº horas luz	Temperatura	Encendido de luces	Apagado de luces
01-03	23	30-32	23:00	22:00
04-06	19	29-31	3:00	22:00
07-09	16	28-30	6:00	22:00
10-12	16	27-29	6:00	22:00
13-15	16	26-28	6:00	22:00
16-18	16	25-27	6:00	22:00
19-21	16	24-26	6:00	22:00
22-24	16	24-26	6:00	22:00
25-27	16	23-25	6:00	22:00
>27	16	22-24	6:00	22:00

**Anexo 2.- Plano de la distribución al azar de los 30 corrales con sus 6 tratamientos y 5 repeticiones, dentro del galpón experimental.**

