



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

**EFFECTOS DE LA SUPLEMENTACIÓN DE TRES  
HIDROLIZADOS PROTEICOS DE PESCADO EN DIETAS DE  
PRE-INICIO PARA POLLOS BROILER MACHOS SOBRE  
LA RELACIÓN ENTRE PESO VIVO Y CRECIMIENTO DE  
ÓRGANOS Y TEJIDOS SELECCIONADOS.**

**ALEJANDRA TAMAYO FUENTES**

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

PROFESOR GUÍA: Dra. María Sol Morales Silva.

**SANTIAGO, CHILE  
2015**



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

**EFFECTOS DE LA SUPLEMENTACIÓN DE TRES  
HIDROLIZADOS PROTEICOS DE PESCADO EN DIETAS DE  
PRE-INICIO PARA POLLOS BROILER MACHOS SOBRE  
LA RELACIÓN ENTRE PESO VIVO Y CRECIMIENTO DE  
ÓRGANOS Y TEJIDOS SELECCIONADOS.**

**ALEJANDRA TAMAYO FUENTES**

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

NOTA FINAL.....

	FIRMA	NOTA
PROFESOR GUÍA :		
MARÍA SOL MORALES S.	.....	.....
PROFESOR CONSEJERO:		
CAROLINA VALENZUELA V.	.....	.....
.		
PROFESOR CONSEJERO:		
RICARDO OLIVARES PM.	.....	.....
.		

**SANTIAGO, CHILE  
2015**

## **AGRADECIMIENTOS**

Se fuerte y ten coraje, no temas ni te acobardes pues el señor, tu dios, estará contigo donde quiera que vayas. Josué 1,9.

Agradezco a Dios, por contar con el apoyo de mi querida madre, Mirta Fuentes, gracias por su infinito amor, comprensión y apoyo incondicional, gracias también, a mi hermanita Carolina, por su cariño y confianza y a mi padre, Alejandro por sus continuas formas de demostrar su amor hacia nuestra pequeña familia.

Gracias a la Dra. Velia Acevedo, Dr. Osvaldo Trujillo y a todo los compañeros de trabajo, de la clínica veterinaria “Diego Silva” por su confianza, enseñanza y cariño entregado a diario, durante el desempeño de nuestro trabajo.

A la Dra. María Sol Morales, por su apoyo y ayuda incondicional, en la confección de esta memoria, gracias por toda su gran colaboración, que hizo posible la finalización de este proyecto, estaré eternamente agradecida de usted.

Gracias, querido Dios, por las personas maravillosas que me entregan su amistad día a día y a los lindos animalitos (winnie, maxi y polluelos) que me diste para disfrutar su amor incondicional.

# ÍNDICE

	Página
Índice de Tablas.....	i
Resumen.....	iii
Summary.....	iv
<b>1. Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Revisión Bibliográfica.....</b>	<b>2</b>
2.1 Situación internacional del mercado de la carne de ave.....	2
2.2 Situación nacional del mercado de la carne de ave.....	2
2.3 Desarrollo genético del pollo Broiler.....	3
2.4 Fisiología digestiva de las aves.....	4
2.5 Utilización del vitelo por el pollito recién eclosionado.....	5
2.6 Adaptación de los pollos broiler al periodo posterior a la eclosión.....	6
2.7 Desarrollo digestivo post eclosión.....	7
2.8 Aminoácidos, péptidos proteínas.....	10
2.9 Absorción de péptidos y aminoácidos en las aves.....	11
2.10 Desarrollo muscular del pollo broiler, la importancia de la pechuga.....	13
2.11 Hidrolizados proteicos.....	14
2.12 BIOCP®, un hidrolizado de pescado.....	14
<b>3. Hipótesis.....</b>	<b>16</b>
<b>4. Objetivos.....</b>	<b>16</b>
4.1 Objetivo General.....	16
4.2 Objetivos Específicos.....	16
<b>5. Materiales y Métodos.....</b>	<b>17</b>
5.1 Mediciones de Indicadores Productivos.....	17
5.2 Mediciones de Crecimiento de pechuga y Órganos seleccionados.....	21
5.3 Análisis Estadístico.....	22

<b>6. Resultados y Discusión</b> .....	23
6.1 Análisis de las Dietas.....	23
6.2 Indicadores Productivos.....	24
6.3 Crecimiento de pechuga entera y órganos seleccionados.....	30
<b>7. Conclusiones</b> .....	36
<b>8. Bibliografía</b> .....	37

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Página</b>
<b>Tabla 1:</b> Composición de las dietas de preinicio (1-10 días de edad de pollos broilers) con inclusiones de diferentes hidrolizados de pescado.....	19
<b>Tabla 2:</b> Composición de las dietas de inicio (11-21 días), intermedio (22-35 días) y finalizador (36-39 días de edad) para pollos broilers.....	20
<b>Tabla 3:</b> Análisis químico proximal de las dietas de “preinicio” utilizadas en la suplementación de los pollos broilers (% base materia seca).....	23
<b>Tabla 4:</b> Peso vivo de los pollos (g) a los días 1, 10, 21, 33 y 39 (promedio $\pm$ desviación estándar) según las diferentes dietas del periodo productivo.....	24
<b>Tabla 5:</b> Consumo promedio de alimento (g.) de pollos broilers para grupo control y los suplementados con hidrolizados proteicos en la dieta de preinicio en los periodos 1-10, 1-21, 1-33 y 1-39 días de edad (promedios $\pm$ desviación estándar).....	27
<b>Tabla 6:</b> Conversión alimenticia de los distintos tratamientos, a través de todo el periodo experimental del estudio, expresado mediante Kg. alimento/ Kg. peso vivo.....	28
<b>Tabla 7:</b> Mortalidad de pollos broilers para grupo control y los suplementados con hidrolizados proteicos (BIOCP®) en los periodos 1-10, 11-21, 22-33 y 34-39 días.....	30
<b>Tabla 8:</b> Peso vivo al día 10 de edad (g), peso de pechuga [pechuga(g)] y su porcentaje con respecto al peso vivo de los pollos muestreados (% pechuga) (promedio $\pm$ desviación estándar).....	31
<b>Tabla 9:</b> Peso vivo al día 40 de edad (g), peso de pechuga(g) y su correspondiente porcentaje con respecto al peso vivo (% pechuga), peso de la canal (canal)(g) y su correspondiente porcentaje con respecto al peso vivo (% canal) de los pollos muestreados promedios $\pm$ desviación estándar.....	32

**Tabla 10:** Peso de intestino completo (g), su relación porcentual con el peso vivo (INTEST/PV), peso del hígado (g), su relación porcentual con el peso vivo (HIG/PV), peso del páncreas (g) y su relación porcentual con el peso vivo (PAN/PV), a los 10 días de edad, de los pollos muestreados  $\pm$  desviación estándar.....33

**Tabla 11:** Peso vivo (g), peso del intestino completo (g), su relación porcentual con respecto al peso vivo (%), peso del hígado (g), su relación porcentual con respecto al peso vivo (%), peso del páncreas (g), su relación porcentual con respecto al peso vivo (%), peso de la grasa abdominal (g) y su relación porcentual con el peso vivo (%), a los 40 días de edad, de los pollos muestreados (promedio  $\pm$  desviación estándar).....34

## RESUMEN

En este estudio se evaluó la incorporación de hidrolizados proteicos de pescado (BIOCP®), en la dieta de preinicio de pollos broiler durante un ciclo comercial completo. Para esto se utilizaron 630 pollos broiler machos (línea Ross 308), de un día de edad, que fueron criados en piso y fueron distribuidos aleatoriamente entre cinco tratamientos con seis repeticiones cada uno. El experimento tuvo una duración de 40 días, periodo en que las aves recibieron las siguientes dietas: preinicio (1 a 10 días de edad), inicio (11 a 21 días de edad), intermedia (22 a 33 días de edad) y dieta final (34 a 39 días de edad). Sólo para el periodo de preinicio, cada tratamiento recibió un distinto suplemento dietético con diferentes hidrolizados proteicos de pescado (BIOCP®): BIOCP 67 al 3,5 %, BIOCP 74 al 3,5% y 6% y BIOCP SH al 6%; Además, un grupo con una dieta con 6% de harina de pescado, fue usado como grupo control. Peso corporal, consumo de alimento, eficiencia de conversión de alimento y mortalidad, fueron los indicadores productivos medidos, además de la medición de peso de pechuga, intestino, hígado, páncreas y grasa abdominal, más sus respectivos rendimientos en relación al peso vivo. A los 10 días de ensayo, hubo diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ), entre tratamientos, para el peso promedio del cuerpo entre el grupo BIOCP 74-6% y el grupo control, pero estas diferencias desaparecieron al final del periodo de estudio. No hubo diferencias significativas ( $p > 0,05$ ), para el consumo de alimento promedio e índice de conversión alimenticia para los periodos parciales y acumulados del estudio.

Con respecto a las mediciones realizadas para peso de pechuga, intestino, hígado páncreas y grasa abdominal y su correspondiente rendimiento en relación al peso vivo, no existió diferencias significativas ( $p > 0,05$ ), entre tratamientos, al día 10 y 40 del estudio, fechas en que se controló dichas variables.

El uso de hidrolizados proteicos de pescado como inclusión en las dietas de preinicio de pollos broiler, solo generó diferencias estadísticamente significativas, en la variable peso vivo al día 10 de edad, sin darse diferencias, para el peso vivo o para las otras mediciones estudiadas, en los siguientes periodos del estudio entre ninguno de los tratamientos.

## SUMMARY

In this study, the incorporation of fish protein hydrolysates (BIOCP®), to the pre-starter diet of broiler chicken was evaluated during a complete commercial cycle. For carrying out this study, 630 one day old male broiler chickens (Ross 308 line), bred on floor, were randomly distributed among five treatments with six replicates each. The experiment was 40 days long period when the birds received the following diets: pre-starter (1 to 10 days of age), starter (11 to 21 days of age), intermediate (22 a 33 days of age) and finish diet (34 to 39 days of age). Only during pre-starter period, each treatment received a different diet supplemented with different fish protein hidrolysates (BIOCP®): BIOCP 67 at 3.5 %, BIOCP 74 at 3,5 % and 6%, and BIOCP SH at 6%; In addition, a control group was fed a diet with 6% fish meal. Body weighth, feed intake, feed conversion efficiency, and mortality, were evaluated as performance parameters. In addition it were measured the breast weight, intestine, liver, pancreas and abdominal fat weights plus their respective yields in relation to body weight. At the end of pre-starter period, there were significant differences ( $p \leq 0.05$ ) between treatments, for body weight between the BIOCP 74-6% treatment and the control group, but this difference disappear at the end of the period of study. There were no significant differences ( $p > 0,05$ ), for the average feed consumption and feed conversion rate for the different partial and accumulative periods of study. With respect to the weight measurements for breast, intestine, liver, pancreas and abdominal fad weights and a corresponding yield in their relation to body weight, no significant differences ( $p > 0,05$ ), between treatments at 10 and 40 day study, dates was controlled this variables.

The use of hydrolyzate fish protein included in the pre-starter diets of the broiler chickens, only generated significant differences in the variable live weight at 10 days of age, inadvertently differences in live weight or others measurements studied, in the following study periods between any for the treatments.

## **I . INTRODUCCION**

El desarrollo de la industria alimentaria, es la respuesta a la satisfacción de las demandas nutricionales de la población humana, que día a día es más numerosa.

A medida que los países en vías de desarrollo, elevan su nivel de vida y la población mundial continúa aumentando, la demanda de carne, ha crecido en forma sustancial. En el mundo, de los 311,8 millones de toneladas de carne que se lograron producir a nivel mundial en 2014, el 35% corresponde a carne de ave (ODEPA, 2015). Los avances alcanzados en la producción de carne de ave se deben en gran medida, al aporte científico y tecnológico, en constante desarrollo, que ha alcanzado esta industria. Un ejemplo digno de mencionar es la selección genética a la que ha sido sometido el pollo broiler, el cual logra incrementar su peso corporal aproximadamente cincuenta veces en solo cuarenta días (Noy y Sklan, 1998); sin embargo, junto a la selección genética a la que han sido sometidos estos pollos, está el continuo mejoramiento en la nutrición ofrecida a estas aves. Así, el mejoramiento genético provee de un potencial productivo que el nutricionista debe ayudar a expresar para lograr las mayores rentabilidades de la operación comercial (Dudley-Cash, 1996). Todos estos avances permiten al productor de pollos broiler cumplir su objetivo, al maximizar la rentabilidad por kilo de carne producida. Estudios muestran que una manipulación nutricional temprana, durante los primeros días de vida, mejoran el crecimiento muscular y la inmunidad del ave, efectos que se mantienen a largo plazo (Uni, 1998); por lo tanto, es en este período donde se necesita una dieta de elevado valor biológico y alta digestibilidad. Es por esta razón, que la búsqueda de alimentos de calidad biológica de excelencia, como los hidrolizados de pescado, serían los apropiados para usar en este período.

Por lo expuesto, en esta memoria de título, se evaluaron, indicadores productivos, además del crecimiento de algunos órganos digestivos, pechuga y depósito de grasa abdominal, con respecto al peso vivo a distintas edades de pollos broiler, alimentados con tres hidrolizados de pescado obtenidos por procesos enzimáticos industriales.

## **II. REVISION BIBLIOGRAFICA.**

### **1. Situación internacional del mercado de la carne de ave**

Con respecto a la producción mundial de carne de ave, se espera poder llegar a alcanzar, durante el 2015, un total de 111,8 millones de toneladas, récord histórico, en la producción de este tipo de carnes (FAO, 2015). Según los antecedentes entregados por el departamento de agricultura de Estados Unidos (USDA), se estima, que para el año 2015, la producción de carne de ave, de Estados Unidos, aumente en un 3%, alcanzando un récord de 17,8 millones de toneladas. Del mismo modo, el resto de los principales países productores de carne de ave, observaron alzas en la producción, durante el año 2014, como es el caso de Brasil, quien registró un alza en la producción de 3,2%, llegando a 12,7 millones de toneladas. Distinta fue la situación de China, quien registro una disminución de un 2,6% en su producción, durante el año 2014, debido entre otros factores, a los brotes de influenza aviar, que afectaron distintas regiones del país (ODEPA, 2015).

### **2. Situación nacional del mercado de la carne de ave**

La industria avícola nacional de carne ha evolucionado de forma notable en las últimas décadas, consolidándose como una de las principales industrias agropecuarias chilenas. Gran parte de la producción nacional, se obtiene bajo un modelo de integración vertical, lo que ha permitido un fuerte crecimiento del rubro y de las exportaciones. El beneficio de aves ha ido registrando alzas consecutivas desde la última década, sin considerar hechos puntuales como, el incendio que afectó a una de las mayores plantas del país, en el año 2006, el terremoto vivido en el año 2010 y un nuevo episodio de incendio, esta vez, afectándose la planta faenadora de Lo Miranda, en el año 2013. La producción total de carne de ave, en el año 2014, alcanzó un valor de 669.054 toneladas, de las cuales 84,7% correspondió a carne de pollo boiler, 14,5% a carne de pavo, 0,8% carne de gallina y el resto corresponde a otras carnes de aves, donde se incluyen patos, gansos, avestruces y otros (ODEPA, 2015). Durante el año 2013, en Chile, el consumo de carne aparente, alcanzó un valor de 89,1 kilos de carne por habitante, de los cuales, 37,5 kilos, correspondieron a carne de aves, mostrando un claro liderazgo (ODEPA, 2014).

En cuanto a las exportaciones de carne de ave en el año 2014, estas alcanzaron un aumento anual de 0,3 %, con respecto al año 2013, con envíos que llegaron a las 96.391 toneladas, cifra menor a la del año 2012, producto del cierre temporal de los mercados chino y japonés. En relación al valor de las exportaciones, estas totalizan US \$ 284,5 millones de dólares (ODEPA, 2015).

Las importaciones de carne de ave son relativamente recientes en nuestro país, comenzando en el año 2003 con 1.809 toneladas, provenientes de Argentina, llegando el año 2014 a 86.387 toneladas, provenientes de Estados Unidos, Brasil, Argentina y Uruguay (ODEPA, 2015).

### **3. Desarrollo genético del pollo broiler**

Gran parte del desarrollo alcanzado en la producción de pollos broiler se debe a la selección genética a que han sido sometidos. Los avances logrados mediante esta exhaustiva selección, exige de una comprensión cada vez más profunda del desarrollo y fisiología de su aparato digestivo, con el objeto de permitir un adecuado aprovechamiento de los nutrientes contenidos en los ingredientes alimenticios y así optimizar la expresión del potencial genético (González, 2000).

El desarrollo de la aplicación de intensas metodologías de mejoramiento genético a través de selección y utilización de genética cuantitativa, se remontan a fines de los años cuarenta y principios de los cincuenta, en el siglo XX, estos genetistas mejoraron sustancialmente la velocidad de crecimiento, la conversión alimenticia y la edad comercial de su faena (Havenstein *et al.*, 2003), logrando durante cuarenta años de trabajo, disminuir cada año, un día en la edad de mercado del pollo broiler (Nitsan *et al.*, 1991), llegando a conseguir un ave que incrementa su peso corporal cincuenta veces en solo cuarenta días (Noy y Sklan, 1998). Pero no solo al mejoramiento genético es atribuible los logros alcanzados en la producción del pollo broiler, los cambios genéticos acompañados a cambios en los manejos y la nutrición, combinados con la eficiencia en la integración vertical, llevaron al desarrollo de la moderna industria productora de pollos broiler y la habilidad de producir carne de pollo al mismo precio hoy, que al cual se comenzó produciendo, en los años cincuenta (Havestein *et al.*, 2003). El progreso obtenido en la nutrición de los pollos durante los últimos cincuenta

años es atribuido a un gran número de factores, incluyendo el uso de vitaminas sintéticas y enzimas, el desarrollo del concepto de proteína ideal y de aminoácidos disponibles, el desarrollo de un gran número de programas alimenticios conociendo los requerimientos especiales durante el ciclo de producción y de las nuevas líneas genéticas, la adición de micro y macro nutrientes a las dietas, el desarrollo de la relación energía: proteína, el progreso en la fabricación de harinas por la industria alimenticia y el desarrollo del concepto de energía metabolizable verdadera evaluando la cantidad de energía disponible para los pollos por varias materias primas, el cambio desde sales inorgánicas a varias fuentes de minerales orgánicas más digestibles, la adición de 25-hidroxi D3 y la adición de fitasas, las cuales promueven la absorción mineral y contribuyen al mejoramiento en general (Havestein *et al.*, 2003). En un estudio hecho por Havestein *et al.* (2003), donde compararon broilers y dietas usados en el año 1957 versus broiler y dietas usadas en el 2001, demostraron que, genética, nutrición y la mejoramiento del status sanitario, hecho durante los últimos 44 años, resultaron, en un pollo que requiere aproximadamente de un tercio del tiempo (32 vs. 101 días) para alcanzar peso de sacrificio y que su eficiencia de consumo de alimento mejora cerca de tres veces (ECA 1,47 vs. 4,42).

De acuerdo a todo a lo anteriormente descrito y lo obtenido en numerosos estudios realizados por Sherwood (1977) y por Havestein (1994) (citados por Havestein *et al.* 2003), muestran que la selección genética hecha por las compañías dedicadas al mejoramiento de las razas de pollo broiler, ha conseguido alrededor del 85 al 90 % del mejoramiento en la velocidad de crecimiento los últimos 45 años y la nutrición ha promovido el mejoramiento del 10 al 15 % de estos cambios (Havestein *et al.*, 2003).

#### **4. Fisiología digestiva de las aves**

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). El aprovechamiento de los alimentos por los animales requiere de una serie de procesos mediante los cuales sean

transformados a sustancias asimilables por estos seres vivos. Es necesario que los principios inmediatos de los alimentos se escindan en moléculas más sencillas que puedan ser transportadas en la sangre y utilizadas por todas las células del animal, estos procesos son conocidos genéricamente como digestión (Buxadé, 1995). Es imposible prescindir de describir el tema de la fisiología digestiva desarrollada por el embrión, ya que es totalmente diferente al desarrollado por el pollito recién eclosionado y asimismo este último, diferente del ave de más edad.

### **5. Utilización del vitelo por el pollito recién eclosionado**

En general, el huevo está constituido por un 58,5% de ovoalbúmina, 31% de vitelo, 10,5% de cáscara y una baja proporción de carbohidratos (Maiorka *et al.*, 2006). Durante el desarrollo embrionario de un pollo, la única fuente de nutrientes, es aportada por el vitelo (Noy y Sklan, 2002). Cercano al nacimiento, el remanente vitelino es internalizado dentro de la cavidad abdominal (Noy y Sklan, 1998) y al nacer, éste representa el 20% del peso corporal de los pollitos y aporta una fuente inmediata de energía y proteínas para la manutención y el crecimiento (Sklan y Noy, 2001; Noy y Sklan 2002). Es por esto, que en este periodo, los polluelos deben experimentar un gran cambio, es aquí donde deben realizar la transición, desde una total dependencia del vitelo, a la alimentación exógena e independiente (Noy y Sklan 2002). Al nacer un pollo pesa aproximadamente 45 g, con un saco vitelino de 8 g aproximadamente, lo que corresponde a un 20-25 % del peso corporal (Noy y Sklan, 2001).

Los lípidos del vitelo están compuestos principalmente de triglicéridos (TG) 63% y fosfolípidos (FL) 29% y estos son la primera fuente de energía para el desarrollo embrionario. El día 20 del desarrollo embrionario los TG alcanzan al 50% de los lípidos del vitelo, pero al nacer estos alcanzan a solo 1 g de TG y 0,4 mg de FL los cuales, si se asume, que estos TG son la principal fuente de energía, 1 g de TG pueden promover aproximadamente 8-9 Kcal de energía metabolizable (9.000 Kcal EM/Kg), asumiendo un 95% de eficiencia en la utilización (Lilburn, 1998), lo cual es menor que las 11 Kcal que son requeridas por el pollo para manutención el primer día de vida (Maiorka *et al.*, 2006). En cuanto a la alimentación externa de los primeros días de vida, los pollitos consumen en promedio 6,5 g de alimento los dos primeros días de vida (Noy y Sklan, 1999), los cuales aportan aproximadamente entre 25-30 Kcal EM/día dependiendo del

nivel de energía de la dieta (Lilburn, 1998), por todo lo anteriormente revisado, el vitelo residual no es la fuente energética que se solía pensar. Durante el desarrollo embrionario la mayor ruta de utilización del vitelo, es a través de la circulación por endocitosis (Noy y Sklan, 2001), como partículas lipoproteicas, manteniendo un equilibrio con los fluidos corporales del embrión (Noy y Sklan, 1998).

Casi al finalizar el periodo de incubación, el vitelo remanente es internalizado dentro de la cavidad abdominal (Noy y Sklan, 2002), y al nacer, el intestino del pollito contiene un material viscoso de color amarillo-verdoso que corresponden a restos de vitelo, el cual fue transportado desde el vitelo hasta el intestino a través del tallo vitelino. (Noy y Sklan, 1998).

El vitelo es utilizado durante el periodo posterior al nacimiento simultáneamente a través de dos vías: una ruta es por directa transferencia a la circulación, como en la etapa embrionaria y la otra vía es a través del tallo vitelino dentro del intestino delgado. Mediante esta última vía de transporte, movimientos antiperistálticos transfieren el vitelo al intestino delgado proximal, donde los acyl lípidos son digeridos por la lipasa pancreática (Noy y Sklan, 2002).

## **6. Adaptación de los pollos broiler al periodo posterior a la eclosión**

El periodo de transición desde el estado embrionario, al estado posterior a la eclosión, es crítico, en el normal desarrollo de las aves.

Al final del periodo de incubación, los sistemas digestivo, inmunológico y de termorregulación, están anatómicamente completos, pero funcionalmente inmaduros, estos sistemas sufren considerables cambios morfo-fisiológicos después del nacimiento, tal como hiperplasia-hipoplasia y diferenciación celular, de los distintos tejidos en desarrollo (Maiorka *et al.*, 2006).

Después de la eclosión, el organismo del pollito se ve enfocado en el buen desarrollo de los órganos que lo abastecerán (intestino, hígado, páncreas) por sobre los sistemas que le demandan (músculos y grasa) (Nitsan *et al.*, 1991).

La primera semana después del nacimiento es un tiempo extremadamente importante para los polluelos de todos los tipos de aves. El rápido crecimiento de las líneas de carne

de los pollos broilers hacen que los siete primeros días representen aproximadamente el 17% de todo el periodo de crecimiento, teniendo como edad de finalización del proceso a los 40 días , además en este periodo se alcanza el crecimiento del 8 al 10% con respecto al porcentaje de peso corporal final (Lilburn, 1998), durante este temprano periodo de crecimiento, la transición desde una alimentación basada en la absorción del vitelo a la utilización de comida externa, es acompañada de muchos cambios para desarrollar este proceso y también en los que involucran la maduración de los sistemas de termorregulación y inmunocompetencia ( Nitsan *et al.*,1991).

## **7. Desarrollo digestivo post-eclosión**

En el periodo inicial, después del nacimiento, los pollitos deben realizar la transición de la dependencia metabólica de un vitelo rico en lípidos a un alimento rico en carbohidratos y proteínas. Esta transición es un prerrequisito para el rápido crecimiento y envuelve dramáticos cambios en el tracto gastrointestinal, incluyendo secreción de enzimas digestivas y la iniciación de absorción de aminoácidos y hexosas (Uni *et al.*, 1999; Sklan y Noy, 2001).

Para el desarrollo embrionario los nutrientes son ofrecidos por el mismo huevo, pero después del nacimiento, el ave necesita recibir nutrientes de dietas de relativa complejidad, es por esto que, el tracto gastrointestinal, requiere de un periodo de adaptación a esta alimentación externa (Maiorka *et al.*, 2006).

### **7.1 Desarrollo del tracto gastrointestinal del pollo recién eclosionado**

Al eclosionar, el tracto gastrointestinal esta anatómicamente completo (Maiorka *et al.*, 2006), pero su capacidad funcional es inmadura cuando es comparado con las aves adultas, es en el último periodo de desarrollo embrionario y después de la eclosión, en donde ocurren dramáticos cambios en el tamaño y morfología intestinal (Noy y Sklan, 1998), incremento en el largo intestinal, altura de las vellosidades y la densidad debido al incremento en el número de enterocitos, células globosas y enteroendocrinas (Maiorka *et al.*, 2006).

Como se mencionó anteriormente es, durante el último tercio del desarrollo embionario, donde el intestino desarrolla un rápido crecimiento en comparación con el peso corporal (Maiorka *et al.*, 2006), este crecimiento comparativo, es posible realizarlo, a través de la medición de una ecuación de crecimiento alométrico de los órganos digestivos en comparación con el peso corporal.

**(On/Oh)/(PVn/PVh)** en donde

**On:** peso del órgano al nacimiento

**Oh:** peso del órgano a un determinado día, posterior al nacimiento

**PVn:** peso vivo al nacimiento

**PVh:** peso vivo a un determinado día, posterior al nacimiento.

Esta ecuación permite comparar el crecimiento de distintos órganos, con respecto al peso corporal, a distintas edades. Los valores para páncreas, duodeno e intestino delgado fueron  $> 2,0$  desde el día 1 a los 3 días de edad y estos declinaron a 1 los siguientes 3 días, pero es en el periodo inmediato después del nacimiento cuando el intestino incrementa en peso, incluso más rápidamente que la masa corporal, este proceso de relativo rápido crecimiento intestinal alcanza un máximo, en los pollos entre los días 4 y 8 (Noy y Sklan, 1998), en contraste con otros órganos digestivos, tal como el estómago muscular y el páncreas, los cuales, no muestran la misma velocidad de crecimiento (Noy y Sklan, 1998), cambios en el tamaño del tracto intestinal y la mucosa intestinal pueden afectar la velocidad del pasaje y la eficiencia de absorción (Noy y Sklan, 1995).

El desarrollo de la mucosa intestinal está basado en el incremento de la altura y la densidad, la cual está dado por el incremento del número de células epiteliales por un área determinada, estos primeros eventos ocurren debido a un conjunto de cambios citológicos:

Renovación celular: (proliferación y diferenciación de las células localizadas en las criptas y a lo largo de la vellosidad) y pérdida celular (extrusión que ocurre en la punta de la vellosidad). El balance entre estos dos procesos, determina el cambio de la mucosa intestinal (proliferación-migración-extrusión), para la manutención de la altura de las vellosidades. Este proceso demora alrededor de 72 h en los pollitos de 4 días y 96 h en las aves adultas. Cambios desbalanceados, debido a determinados agentes, llevan a

cambios en la altura de las vellosidades. Pero, también existe el caso del incremento de la velocidad de proliferación (mitosis), con ausencia, decrecimiento o mantención de la velocidad de la extrusión, un incremento del número de células puede ser encontrado y consecuentemente, la altura de la vellosidad se incrementa (Maiorka *et al.*, 2006). Inmediatamente después del nacimiento, la mayoría de la energía y proteína es usada para el crecimiento intestinal. Este crecimiento preferencial ocurre con o sin la presencia de alimento (Noy y Sklan, 1998).

Pollos con acceso al alimento incrementan su peso corporal y el peso del intestino delgado las primeras 48 h posteriores a la eclosión, pero los pollos que no tienen acceso esas primeras 48 h posteriores a la eclosión, disminuyen su peso corporal, sin embargo, el peso del intestino en estas aves, también se incrementa; por lo que el peso del intestino delgado se incrementa en todas las aves, este incremento fue aproximadamente el doble en las aves alimentadas y cercano al 60% en los pollos no alimentados (Sklan y Noy, 2001), por lo que estos nutrientes no fueron entregados por el alimento, los pollitos usaron la energía y proteína aportada por el saco vitelino, cabe mencionar, que el 20% de la proteína del saco vitelino residual, corresponden a anticuerpos maternos y como ya se dijo anteriormente, TG, FL y colesterol, el uso de estos nutrientes, con el propósito nutricional, puede privar al pollito recién eclosionado de los anticuerpos para su protección (Maiorka *et al.*, 2006).

## **7.2 Enzimas digestivas: estado en el pollito recién eclosionado**

En general, las enzimas digestivas ya están presentes en el tracto gastrointestinal, durante el desarrollo embrionario, pero parece ser necesario la presencia de substrato para inducir su actividad (Maiorka *et al.*, 2006), además la cantidad no es la suficiente, en el abrupto cambio de pasar desde la mantención vitelina a la digestión de un alimento exógeno.

Al eclosionar, las enzimas pancreáticas están activas en el intestino, pero sólo comienza a aumentar su producción desde los 4 días y con el alimento consumido, sin embargo, el cálculo de secreción por gramo de alimento consumido muestra que el mayor cambio en la cantidad de tripsina, amilasa y lipasa, es secretada entre el día 4 y 14 posterior al nacimiento.

Otro aspecto de la digestión, es la actividad de las enzimas en borde de cepillo, quienes

facilitan la absorción de los nutrientes, aumentando constantemente con la edad, maltasa y sucrasa, que son importantes para la absorción de carbohidratos,  $\alpha$ -glutamyltransferasa, la cual participa en la absorción de aminoácidos, otra enzima que también está anclada allí es la fosfatasa alcalina, se ha demostrado que están presentes en el periodo embrionario tardío y que aumentan su concentración, en las aves a las que se les suministra acceso alimenticio temprano (Noy y Sklan; 1998, 1999).

Durante el desarrollo embrionario, la expresión de disacaridasas, es baja debido al bajo almacenamiento de carbohidratos, pero estas enzimas se incrementan alrededor de 2 a 4 veces durante los dos primeros días de edad, estabilizándose con la edad. Este incremento, inmediato después de la eclosión, es evidente en los pollos, la cual está inducida por la ingestión de pequeñas cantidades de alimento rico en carbohidratos. El pollito recién eclosionado, trae una reserva de enzimas pancreáticas, producidas durante el desarrollo embrionario, pero estas reservas no son suficientes para hidrolizar el sustrato en el lumen y mantener la concentración inicial, por lo que la concentración de estas enzimas, declina, justo después de nacer (Nitsan *et al.*, 1991; Maiorka *et al.*, 2006). La actividad de las enzimas digestivas, medida en el páncreas y en el lumen intestinal, incrementa con la edad, con un máximo valor encontrado en el páncreas al 8° día de eclosionado, para amilasa y lipasa, y al 11° día para tripsina y quimiotripsina. En el contenido intestinal, la máxima actividad encontrada al 4° día fue para lipasa, al 11° día, para tripsina y quimiotripsina y al 17° día para amilasa. Los pollitos alimentados inmediatamente luego de eclosionados, tienen más actividad de la tripsina, amilasa y lipasa en la mucosa intestinal, lo cual fue correlacionado con más crecimiento en el peso intestinal y en el peso corporal (Sklan y Noy, 2002). Esa baja actividad enzimática en el tracto gastrointestinal durante la primera semana de vida puede limitar la digestión y consecuentemente el crecimiento (Nir y Levanon, 1993; Maiorka *et al.*, 2006).

## **8. Aminoácidos, péptidos y proteínas**

Las proteínas son las macromoléculas biológicas más abundantes, ellas están presentes en todas las células y en la conformación de estas mismas. Las proteínas también presentan una gran variedad, ya que en sólo una célula se pueden encontrar miles de clases de proteínas diferentes, que varían en tamaño, desde péptidos relativamente pequeños hasta polímeros de millones de masas moleculares (Nelson y Cox, 2006).

Además, las proteínas muestran una gran diversidad en cuanto a su función biológica. La clave de la estructura de las miles de proteínas diferentes, reside en su subunidad monomérica, el aminoácido, existiendo 20 tipos de ellos, cada cual con propiedades químicas diferentes. Así las proteínas son polímeros de aminoácidos, en los que cada residuo aminoacídico esta unido al siguiente a través de un tipo específico de enlace covalente. Las proteínas se pueden degradar (hidrolizar) hasta sus aminoácidos constituyentes mediante diversos métodos (Nelson y Cox, 2006).

### **9. Absorción de péptidos y aminoácidos en las aves**

La absorción de los aminoácidos en las aves es similar a la que ocurre en los mamíferos, el movimiento de los aminoácidos y los monosacáridos desde la luz intestinal hacia la sangre es un proceso transcelular de dos etapas. La primera, la importación desde la luz hacia el interior de las células epiteliales intestinales, es efectuada en las microvellosidades de la superficie celular apical, por proteínas de membrana transportadoras. La segunda etapa, la exportación de sustancias desde las células hacia el líquido que baña la superficie basolateral celular, es ejecutada por otras proteínas transportadoras en la membrana plasmática basolateral. Para que este transporte transepitelial se lleve a cabo, la célula epitelial debe estar polarizada, con diferentes conjuntos de proteínas transportadoras ubicados en la superficie basolateral y apical. Es así, como los aminoácidos y la glucosa, los cuales transportan estas proteínas, de forma similar, son importados desde la luz intestinal, a través de la superficie apical de las células epiteliales, por un simportador (proteína que acopla el movimiento, de una molécula o ión, en contra de su gradiente de concentración, con el movimiento de una molécula u ión diferente, a favor de su gradiente de concentración) de dos  $\text{Na}^+$ /aminoácido(s) o glucosa, ubicado en las membranas de las microvellosidades, este simportador acopla la entrada desfavorable, desde el punto de vista energético de aminoácidos y glucosa con la entrada, energéticamente favorable, de dos iones de Na. En estado de equilibrio, todos los iones de  $\text{Na}^+$  transportados desde la luz intestinal hacia el interior de la célula durante este simporte, se bombean hacia fuera a través de la membrana basolateral, a menudo nombrada membrana antiluminal (orientada hacia los capilares sanguíneos). Así se mantiene la baja concentración de  $\text{Na}^+$ , la ATPasa de  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  que realiza esto se encuentra en estas células exclusivamente en la superficie

basolateral de la membrana plasmática. El funcionamiento coordinado de estos transportadores permite el movimiento de los aminoácidos y la glucosa en contra de su gradiente de concentración, desde la luz intestinal hacia el interior de la célula epitelial, y en última instancia es impulsado por la hidrólisis de ATP por la ATPasa de Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>. Los aminoácidos y la glucosa concentrados por los simportadores dentro de las células intestinales son exportados hacia la sangre a favor de sus gradientes de concentración por medio de proteínas uniportadoras en la membrana basolateral (Levy *et al.*, 2006; Sklan y Noy, 2002). Además, el sistema de transporte de aminoácidos puede ser clasificado en 4 grupos:

- 1.- aminoácidos neutrales.
- 2.- prolina y  $\beta$ -alanina y aminoácidos relacionados.
- 3.- aminoácidos ácidos.
- 4.- aminoácidos básicos.

Sin embargo esta clasificación, no es rígida, ya que muchos aminoácidos comparten transporte con más de un grupo, por ejemplo, leucina, un aminoácido neutral, puede inhibir la captación de prolina y arginina, un aminoácido básico. El transporte de glicina está parcialmente inhibido tanto por prolina y  $\beta$ -alanina. El primer sitio de absorción de aminoácidos, es en el intestino delgado, aunque también se registra que ocurre en el estómago muscular y proventrículo, todavía no está claro en qué sección del intestino delgado hay mayor absorción, ya que existe una falta de acuerdo entre los estudios. El colon de los pollos también es capaz de absorber metionina, a través de una vía saturable. Aunque no ampliamente estudiado en pollos, existe evidencia que además de los aminoácidos, los péptidos también son absorbidos, los cuales, parecen ser incluso, más rápidamente absorbidos que los aminoácidos. El ciego es también un sitio importante de absorción, con mucho más habilidad de transportar aminoácidos que azúcares, esto puede ser funcionalmente importante cuando se considera que existe ácido úrico, el cual retrógradamente es llevado al ciego desde el coprodeo y puede microbially transformarse en aminoácidos. Además las proteasas, en alto número dentro del ciego, pueden degradar las proteínas. De este modo el ciego también puede ser un sitio importante de absorción aminoacídica (Denbow, 1986).

## **10. Desarrollo muscular del pollo broiler, la importancia de la pechuga**

Así como se ha producido un aumento global de la demanda de carne de pollo, ha aumentado también el valor atribuido a la carne de pechuga de estas aves, la cual puede ser considerada uno de los más importantes componentes de la canal y por ende, su importancia en la investigación de los factores que influyen su rendimiento. “Breast Muscular Yield” (BMY) o rendimiento de carne de pechuga, abreviándose en inglés BMY, está influenciado por factores genéticos, nutricionales y ambientales, de todos los estados, inclusive desde antes de la eclosión, hasta el fin del periodo comercial. Dentro del componente genético, son los efectos genéticos aditivos, los que parecen ser, quienes primariamente contribuyen al BMY, ese potencial genético es afectado por el sexo y la línea. Esta presión de selección dentro de una misma línea, afecta tanto la morfología muscular como el rendimiento (Case *et al.*, 2010). El desarrollo de la masa muscular está determinado por la hiperplasia e hipertrofia de las fibras musculares, la influencia de uno u otro de estos dos factores, cambia durante las fases del crecimiento, siendo un proceso dinámico, en el cual en una etapa temprana (previo al nacimiento y durante la primera etapa de la vida), está más determinado por la hiperplasia, en cambio, durante el desarrollo de etapas posteriores del pollo, juega un rol más preponderante la hipertrofia muscular, la cual se lleva a cabo al incrementar el contenido de proteína y ADN, de la fibra muscular (Case *et al.*, 2010). En cuanto a la nutrición, son numerosos los datos que indican que un moderado exceso de proteína dietaria por encima de los requerimientos recomendados (NRC, 1994), incrementa la canal, el BMY y disminuye el engrasamiento, además de mejorar la eficiencia de conversión alimenticia (Bartov y Plavnik, 1998).

## **11. Hidrolizados proteicos**

La esencia de la hidrólisis proteica, es la rotura del enlace peptídico y en consecuencia la generación de péptidos de menor tamaño e incluso de aminoácidos libres. La rotura de estos enlaces puede producirse por métodos químicos (con ácidos o bases) o biológicos (con enzimas). Hoy en día casi no se utiliza la hidrólisis química, debido a sus efectos perjudiciales sobre la calidad nutricional del hidrolizado, ya que se destruyen l-aminoácidos y se forman compuestos químicos tóxicos como la lisinoalanina. Por el contrario, la hidrólisis enzimática se realiza en condiciones más suaves de pH y temperatura que van a reducir la formación de compuestos indeseables (Vioque *et al.*, 2001). La propiedad fundamental de un hidrolizado, que va a determinar

en gran medida las restantes características del mismo, es su grado de hidrólisis, es decir, el porcentaje de enlaces peptídicos rotos en relación a la proteína original. El grado de hidrólisis final va a estar determinado por las condiciones usadas, es decir, concentración de sustrato, relación enzima / sustrato, tiempo de incubación y condiciones fisicoquímicas como el pH y la temperatura, como también, la naturaleza de la actividad enzimática, es decir su actividad específica y tipo de actividad (Vioque *et al.*, 2001). Así, la naturaleza de la enzima usada, no sólo va influir en el grado de hidrólisis, sino en el tipo de péptidos producidos. En este sentido, las proteasas pueden dividirse en dos grandes grupos según su actividad catalítica. Así, pueden ser endopeptidasas, si rompen enlaces internos de la cadena proteica o exopeptidasas, si hidrolizan el enlace terminal de la cadena. Dentro de las segundas a su vez, se pueden dividir en aminopeptidasas, si rompen por el extremo N-terminal o carboxipeptidasas si lo hacen por el extremo carboxilo. La especificidad de la proteasa también es variable en función a la secuencia aminoacídica, por ejemplo algunas cortan donde haya un aminoácido en concreto, mientras algunas son menos específicas y reconocen varios aminoácidos. El origen de estas enzimas puede ser animal, vegetal, bacteriano u fúngico, aunque las de origen bacteriano son las más abundantes en la industria de los hidrolizados proteicos, dada la facilidad de manejo para estos organismos y los altos rendimientos de su producción (Vioque *et al.*, 2001)

## **12. BIOCP®, un hidrolizado de pescado**

BIOCP® es un concentrado de peptonas, elaborado con pescado de alta calidad y fresca, desarrollado para ser empleado como ingrediente en dietas de inicio en cerditos, aves, acuicultura y mascotas. BIOCP® puede ser utilizado también en dietas especiales relacionadas con procesos de estrés propios de la crianza o con periodos patofisiológicos de los animales. Por su naturaleza altamente nutritiva, es 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. Por tratarse de un producto hecho a base de pescado entero, BIOCP® contiene proteínas, grasas, vitaminas característicos, pero además contiene nucleótidos, poliaminas, ácidos grasos omega 3 y 6 y especialmente aquellos ácidos grasos polinsaturados de cadena larga como el ácido eicosapentaenoico (EPA) y

docosahexaenoico (DHA). La proteína contenida en este producto, ha sido hidrolizada enzimáticamente bajo condiciones controladas, producto de lo cual se han generado proteosas, peptonas, péptidos y algunos aminoácidos libres, que serán absorbidos eficientemente por 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 (Profish S.A, 2013). Debido a sus múltiples propiedades, BIOCP®, podría ser muy útil, como alimento adicionado en la dieta de los primeros días de vida de los pollitos, ya que es esta etapa un momento crítico en el desarrollo enzimático digestivo para la absorción de proteínas, por tanto la entrega de péptidos y aminoácidos podría mejorar en gran medida la absorción intestinal de ellos, lo cual se vería reflejado en su desarrollo general y su rendimiento a largo plazo, como por ejemplo, en el rendimiento de carne de pechuga, de gran importancia comercial (Bartov y Plavnick, 1998).

La literatura revisada, pone de manifiesto, la necesidad de profundizar en la investigación alimentario-nutricional, tendiente a optimizar la etapa productiva inicial en la vida de los pollos broiler. El logro de este objetivo, tendrá importante impacto en los resultados productivos del rubro. El presente estudio, apunta entonces, a la obtención de resultados experimentales nacionales en esta relevante área.

### **III. HIPÓTESIS**

La adición a las dietas de pre-inicio de pollos broiler, de hidrolizados de pescado, mejora la eficiencia productiva de estas aves en la primera etapa del crecimiento y el efecto se conserva durante todo el proceso productivo.

### **IV. OBJETIVOS**

#### **1. Objetivo general**

Determinar el efecto de la suplementación en las dietas de pre-inicio de pollos broiler con hidrolizados proteicos de pescado (BIOCP), de diferente composición y en distintos niveles de inclusión, sobre indicadores productivos de pollos broiler durante un ciclo comercial completo y sobre el crecimiento de órganos a edades claves, asociados al empleo de esta fuente de nutrientes.

#### **2. Objetivos específicos**

1.- Evaluar el efecto de los hidrolizados proteicos de pescado (BIOCP), sobre los indicadores productivos: peso vivo, consumo de alimento, ganancia de peso, eficiencia de conversión alimenticia y mortalidad, a distintas edades productivas.

2.- Determinar la relación entre peso vivo y crecimiento de pechuga (con huesos), intestino completo (excepto ciegos), hígado, páncreas y grasa abdominal, en función de la incorporación de diferentes hidrolizados proteicos de pescado (HPP) a las dietas.

## V. MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se llevó a cabo en la Unidad Experimental de Producción y Nutrición Avícola de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile, ubicada en Santa Rosa 11735, comuna de La Pintana, Santiago.

Seiscientos treinta (630) pollos broiler machos de la línea (Ross 308), de un día de edad, fueron seleccionados mediante un proceso de estandarización de pesajes (peso promedio +/- 1 desviación estándar) y luego, distribuidos aleatoriamente en 30 corrales de piso con 21 pollos cada uno, con una densidad de 12,5 pollos/ m<sup>2</sup>, estos corrales estaban ubicados en el pabellón de la unidad experimental de producción avícola, el cual cuenta con ventilación natural, manejada a través de cortinas laterales y calefacción mediante campanas de gas con control de temperatura mediante termostato, aquí las aves fueron mantenidas con un régimen de alimentación y de consumo de agua *ad-libitum*.

El ensayo tuvo una duración de un ciclo productivo de 39 días. Durante el periodo experimental las aves recibieron 4 dietas distintas, de acuerdo a sus requerimientos nutricionales, según estándares de la línea genética y del NRC (1994), imitando el manejo alimentario de los planteles comerciales:

Dieta 1: Preinicio, de 1 a 10 días de edad .

Dieta 2: Inicio, de 11 a 21 días.

Dieta 3: Intermedio de 22 a 35 días.

Dieta 4: Finalizador 36 a 39 días.

La dieta de preinicio se compuso a su vez de de cinco tratamientos:

**Tratamiento 1:** Dieta con inclusión de harina de pescado al 6% (control).

**Tratamiento 2:** Dieta con inclusión de BIOCP 67 al 3,5% + harina de pescado al 2,5%.

**Tratamiento 3:** Dieta con inclusión de BIOCP 74 al 3,5% + harina de pescado al 2,5%.

**Tratamiento 4:** Dieta con inclusión de BIOCP 74 al 6%.

**Tratamiento 5:** Dieta con inclusión de BIOCP SH al 6%.

Por lo expuesto anteriormente, el experimento constó de 5 tratamientos con 6 repeticiones, cada uno, siendo cada repetición equivalente a un corral de 21 pollos.

Durante el periodo de preinicio (1 a 10 días) las aves recibieron las dietas de acuerdo a los 5 tratamientos programados, finalizado este periodo se continuó con las dietas de inicio, intermedio y finalizador que fueron iguales para todas las aves.

La composición de la dieta de preinicio con la inclusión de los diferentes hidrolizados de pescado, se encuentra detallada en la Tabla 1 y las de las dieta de inicio, intermedio y finalizador en la Tabla 2.

**Tabla 1. Composición de las dietas de Preinicio (1-10 días de edad de pollos broiler) con inclusión de diferentes hidrolizados de pescado.**

INGREDIENTES(%)	Dieta Preinicio (1-10 días)				
	Tratamientos				
	ControlHP6	BCP 67-	BCP 74-	BCP 74-	BCPS
Maíz nacional	54,19	54,68	54,93	55,46	55,25
Soya, afrecho	23,95	26,20	25,67	26,72	26,70
Soya, poroto	11,43	8,54	9,09	7,55	7,64
	6,00	2,60	2,3	-	-
Fosfato defluorinado	1,33	1,65	1,67	1,882	1,839
Aceite vegetal	1,20	1,2	1,2	1,2	1,2
Conchuela	,139	0,854	0,844	0,673	0,702
Sal	0,087	0,12	0,142	0,174	0,128
Metionina, Dl	0,242	0,24	0,241	0,240	0,240
L-Treonina	0,032	0,016	0,013	0,001	0,001
Premix Vitaminas (1)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Premix Mineral (2)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<b>BioCp® 67</b>	-	<b>3,5</b>		-	-
<b>BioCp® 74</b>	-	-	<b>3,5</b>	<b>5,7</b>	-
<b>BioCp® SH</b>	-	-	-	-	<b>5,9</b>
Promotor (3)	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Anticoccidial (4)	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
<b>Composición Nutricional</b>					
Proteína cruda, %	23,5	23,5	23,50	23,50	23,50
EMAn, kcal/kg	3000	3000	3000	3000	3000
Lisina, %	1,395	1,397	1,4	1,403	1,404
Metionina, %	0,637	0,633	0,634	0,632	0,632
Met+Cis, %	1,010	1,008	1,008	1,007	1,007
Triptofano, %	0,279	0,276	0,275	0,273	0,273
Treonina, %	0,951	0,953	0,954	1,955	0,955
Calcio, %	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
P disp., %	0,480	0,480	0,480	0,480	0,480
Sodio, %	0,193	0,209	0,210	0,220	0,218
Cloro, %	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180
Potasio, %	0,947	0,964	0,960	0,968	0,971

(1): Premezcla vitaminas (aporte por kg): Vit.A:7000 UI; Vit.D3:3000 UI; Vit.E:20 UI; Vit.K:1500mg; Vit.B1:2,5mg; Vit.B2:5mg; Ac. Pantotenico:11mg; Niacina:30mg; Vit.B6:3mg; Colina:650mg; Ac. Fólico:0,75mg; Biotina:0,15mg; Vit.B12:0,012mg; Etoxiquina:125mg; Excipientes c.s.p:2g. Elaborado por Centrovvet, Chile.

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

(3): BMD® Bacitracina Metileno Disalicilato 11%. Alpharma Inc. New Jersey, E.E.U.U. en kg.

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

**Tabla 2. Composición de las dietas de Inicio (11-21 días), Intermedio (22-35 días) y Finalizador (36-39 días de edad) para pollos broiler.**

Ingredientes (%)	Dieta		
	Inicio	Intermedio	Finalizador
Maíz nacional	51,87	53,48	57,36
Soya, afrecho	26,44	20,76	15,09
Soya, poroto	14,00	16,00	16,16
Trigo, afrechillo	-	3,00	4,00
Maíz Gluten	2,33	1,24	-
Aves H.Subp.C/Plumas	-	-	2,000
Fosfato defluorinado	1,84	1,57	1,23
Aceite vegetal	2,00	2,5	2,80
Conchuela	0,67	0,67	0,68
Sal	0,21	0,22	0,24
Metionina, DI	0,21	0,18	0,15
Lisina	0,082	0,005	-
Premix Vitaminas (1)	0,200	0,200	0,200
Premix Mineral (2)	0,100	0,100	0,100
Promotor (3)	-	0,025	-
Anticoccidial (4)	0,05	0,05	-
<b>Composición Nutricional Calculada</b>			
Proteína, %	22,5	20,31	18,00
EMAn, kcal/kg	3,050	3,100	3,170
Lisina, %	1,300	1,133	1,001
Metionina, %	0,560	0,492	0,428
Met+Cis, %	0,950	0,850	0,760
Triptofano, %	0,269	0,246	0,221
Treonina, %	0,884	0,800	0,726
Calcio, %	1,00	0,90	0,80
P disp., %	0,45	0,40	0,35
Sodio, %	0,208	0,201	0,193
Cloro, %	0,180	0,170	0,180
Potasio, %	1,000	0,943	0,846

(1): Premezcla vitaminas (aporte por kg): Vit.A:7000 UI; Vit.D3:3000 UI; Vit.E:20 UI; Vit.K:1500mg; Vit.B1:2,5mg; Vit.B2:5mg; Ac. Pantotenico:11mg; Niacina:30mg; Vit.B6:3mg; Colina:650mg; Ac. Fólico:0,75mg; Biotina:0,15mg; Vit.B12:0,012mg; Etoxiquina:125mg; Excipientes c.s.p.:2g. Elaborado por Centrovvet, Chile.

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

(3): BMD® Bacitracina Metileno Disalicilato 11%. Alpha Pharma Inc. New Jersey, E.E.U.U. Aporte en kg.

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

## **1. Mediciones de indicadores productivos**

1.- Peso vivo promedio individual, los días 1, 10, 21, 35, 39 días de edad. Para lo cual se pesaron conjuntamente todos los pollos de cada corral y se dividieron por el número de aves.

2.- Consumo promedio de alimento, ganancia de peso vivo e índice de conversión alimenticia ( Kg de alimento consumido/Kg Ganancia de peso vivo) para los intervalos 1-10, 1-21, 1-33, 1-39 días de edad ( se informan como valores promedio por pollo) además, se calculó la mortalidad (%) para los intervalos 1-10, 11-21, 22-33 y 33-39 días de edad .

## **2. Medición de crecimiento de pechuga entera y órganos seleccionados**

A los 10 días de edad, se realizó una evaluación del crecimiento de la pechuga completa (con hueso, sin piel), intestino completo (salvo ciegos), hígado y páncreas de las aves. Para esto, se seleccionaron al azar tres pollos por repetición, los cuales fueron sacrificados mediante, la técnica de dislocación cervical (AVMA, 2013) , obteniéndose de ellos, la pechuga completa (formada por los músculos pectorales mayores, pectorales menores, supracoracoides y coracobraquiales y la carcasa ósea, la cual está compuesta por los huesos de la clavícula, coracoides y el esternón) (Getty, 1966). En cuanto a la medición del intestino completo (comprendido desde la conexión del duodeno con el estómago muscular o molleja hasta el final del íleon, justo antes del inicio de los ciegos, excluyendo estos últimos), también se extrajo el páncreas y el hígado. A los 40 días esto se repitió, y los pollos fueron sacrificados en la planta faenadora. La extracción de los órganos digestivos fue similar, sólo que además, se incluyó la medición de grasa abdominal (formada por el panículo adiposo de la cavidad corporal, la grasa alrededor del estómago muscular y el panículo adiposo que rodea la cloaca) (Deaton *et al.*, 1981).

### 3. Análisis estadístico

Los resultados se sometieron a un análisis de varianza (ANDEVA), utilizando el programa estadístico SAS (SAS, 1996). Los valores en porcentaje se normalizaron mediante, la función de arcoseno, previo al ANDEVA. Las variables que resultaron significativas al ANDEVA ( $p \leq 0,05$ ) fueron sometidas a una prueba de Tukey de comparación de medias (Steel y Torrie, 1980).

El modelo matemático considerado para el análisis estadístico fue :

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + E_j + \varepsilon_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  = respuesta observada

$\mu$  = media poblacional

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

$E_j$  = efecto de la edad de los pollos ( $j = j_1, j_{10}, \dots, j_{40}$ )

$\varepsilon_{ijk}$  = error experimental.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 1.-Análisis de las dietas

Todas las dietas se evaluaron mediante análisis químico proximal, según protocolos estandarizados (AOAC, 2002). Para esto, se tomó una muestra representativa de cada dieta correspondiente a los distintos tratamientos de preinicio y una muestra representativa de cada alimento correspondiente a las dietas de inicio, intermedio y finalizador (Tabla 3) las cuales se enviaron y analizaron en el laboratorio LABSER, Rancagua.

**Tabla 3.- Análisis Químico Proximal de las dietas de “Preinicio” utilizadas en la suplementación de pollos broiler (% , base materia seca).**

<b>DIETAS</b>	<b>Humedad</b>	<b>Proteína Cruda</b>	<b>Extracto etéreo</b>	<b>Cenizas</b>	<b>Fibra Cruda</b>
<b>CONTROL H 6%</b>	10,63	24,45	6,29	7,02	2,75
<b>BIOCP 67- 3,5 %</b>	10,61	24,87	6,28	7,1	2,79
<b>BIOCP 74- 3,5 %</b>	10,9	24,84	6,03	6,46	2,76
<b>BIOCP 74- 6 %</b>	10,91	24,98	5,67	5,37	2,91
<b>BIOCP SH- 6%</b>	10,81	24,19	5,94	5,77	3,34
<b>INICIO</b>	10,92	24,95	8,1	5,2	3,55
<b>CRECIMIENTO</b>	11,92	24,85	5,34	5,58	4,24
<b>FINAL</b>	11,65	24,07	9,95	4,8	4,59

En la Tabla 3, se observa que si bien los porcentajes de proteína cruda, para el periodo de preinicio obtenidos luego del análisis, no fueron exactamente los porcentajes formulados para dichas raciones (Tabla 1), siendo los del análisis levemente superiores a los formulados, los valores siguieron teniendo amplia concordancia y resultaron todos ellos isoproteicos. Al observar la composición química de las dietas de “inicio”, “crecimiento” y “final”, llama la atención el valor de proteína cruda (%) superior en varios puntos porcentuales, a los valores estimados por formulación (Tabla 2), esto pudo deberse a que los valores de composición química de los alimentos considerados, en estas formulaciones, fueron subevaluados, así entregaron un aporte de proteína cruda, superior al estimado en la base de datos computacional. En estas formulaciones, se ocupó poroto soya y su afrecho, maíz gluten y harina de subproductos de aves (Tabla 2) la cual, en especial, puede ser muy variable en su composición química. Por lo que, este hecho pudo afectar los rendimientos productivos de los pollos, en especial su

crecimiento, al sobreaportar proteína cruda, por sobre el requerimiento real de las aves, según las edades correspondientes. Así se pudo, tal vez enmascarar eventuales diferencias de crecimiento entre los tratamientos, en el estudio, para esas edades. Este eventual exceso de aporte nitrogenado, tiene un costo metabólico que se debería reflejar, en una pérdida de eficiencia en la transformación de alimento en producto (peso vivo).

## 2.- Indicadores productivos

### 2.1 Peso Vivo promedio por pollo.

En la tabla 4 se muestran los resultados de los pesos vivos promedio por pollo (g), para los distintos tratamientos y en sus periodos correspondientes a 1, 10, 21, 33 y 39 días de edad.

**Tabla 4. Peso Vivo de los pollos (g) a los días 1, 10, 21, 33 y 39 (Promedio  $\pm$  desviación estándar) según las diferentes dietas del periodo productivo.**

TRATAMIENTO	Peso Vivo Promedio Por Pollo				
	Día 1	Día 10	Día 21	Día 33	Día 39
<b>Control HAPES 6%</b>	43,7 <sup>ab</sup> $\pm$ 1,20	255,2 <sup>a</sup> $\pm$ 9,56	855,4 <sup>ab</sup> $\pm$ 38,62	1763 <sup>ab</sup> $\pm$ 79,27	2348 <sup>ab</sup> $\pm$ 62,91
<b>BIOCP® 67-3,5%</b>	43,5 <sup>ab</sup> $\pm$ 1,06	262,2 <sup>ab</sup> $\pm$ 3,73	861,5 <sup>ab</sup> $\pm$ 15,35	1776 <sup>ab</sup> $\pm$ 35,97	2368 <sup>ab</sup> $\pm$ 101,58
<b>BIOCP® 74-3,5%</b>	43,6 <sup>ab</sup> $\pm$ 1,47	263,9 <sup>ab</sup> $\pm$ 8,38	864,6 <sup>ab</sup> $\pm$ 15,74	1830 <sup>ab</sup> $\pm$ 42,74	2400 <sup>ab</sup> $\pm$ 92,47
<b>BIOCP® 74-6%</b>	43,3 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,77	269,9 <sup>b</sup> $\pm$ 7,35	880,6 <sup>ab</sup> $\pm$ 28,74	1804 <sup>ab</sup> $\pm$ 79,03	2403 <sup>ab</sup> $\pm$ 116,96
<b>BIOCP® SH-6%</b>	44,1 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,50	260,6 <sup>ab</sup> $\pm$ 7,69	851,7 <sup>ab</sup> $\pm$ 19,00	1804 <sup>ab</sup> $\pm$ 70,59	2393 <sup>ab</sup> $\pm$ 95,70

<sup>1</sup> BIOCP®: Concentrado de peptonas ( Empresa Profish S.A).

a,b: valores con superíndice distinto dentro de una misma columna, indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).

Al día 1 de edad, no hubo diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ) en el peso corporal entre tratamientos, esto como resultado al procedimiento de estandarización de pesos y distribución uniforme de los pollitos que se realizó al inicio del estudio. Al día 10 de edad, se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ), entre el grupo suplementado con BIOCP® 74-6% y grupo control con harina de pescado al 6%, alcanzando la diferencia numérica, de 14,67 g, aunque el grupo control no se diferenció estadísticamente con las dietas suplementadas con BIOCP® 67 al 3,5%, BIOCP® 74 al 3,5 % y BIOCP® SH al 6% de inclusión ( $p > 0,05\%$ ), sí se evidenció un mayor peso vivo en los tratamientos en que se ocupó BIOCP® al compararlo con el grupo control ( $p < 0,05\%$ ). No se observaron diferencias estadísticamente significativas a los días 21, 33 y 39 del estudio ( $p > 0,05\%$ ). Así, el efecto positivo sobre el peso vivo sería transitorio, no detectándose al final del ciclo.

Con respecto a los resultados obtenidos los primeros días de vida, son semejantes a los obtenidos en varios estudios, en donde la ganancia de peso y la tasa de sobrevivencia, es superior en los animales alimentados, en su fase inicial, con hidrolizados proteicos de pescado, en comparación a los que sólo se usó harina de pescado, en su dieta inicial (Gilbert *et al.*, 2008).

De este modo, el aumento del peso vivo, logrado durante estos primeros días por los pollitos que consumieron dietas en las que se incluía un hidrolizado de pescado (BIOCP®), podría explicarse, debido a que durante los primeros días de vida, las enzimas digestivas pancreáticas, si bien y están activas dentro del intestino (Noy y Sklan, 1998), al igual que las enzimas en borde de cepillo (como sucrasa-isomaltasa y peptidasa), ambas clases de enzimas, son insuficientes al momento de nacer y aumentan en la medida que el pollito tiene acceso al alimento, produciendo un mayor desarrollo del intestino (Uni, 1998), sobre todo, si este acceso al alimento es temprano (Noy y Sklan, 1995,1998), permitiendo que las enzimas y las criptas intestinales logran incrementarse rápidamente con la edad. Así la secreción de lipasa, tripsina y amilasa dentro del duodeno aumenta de veinte a cien veces desde el día 4 al día 21 (Noy y Sklan, 1995). Además, se indica que la capacidad del intestino delgado de absorber aminoácidos (AA), especialmente en la forma de di y tripéptidos es más rápida y eficiente en esta etapa del desarrollo (Gilbert *et al.*, 2008).

Así, el consumo temprano de alimento, generaría condiciones aptas para la absorción de nutrientes, como lo son suficiente enzimas pancreáticas y en borde de cepillo y una adecuada cantidad de sodio para la función de los cotransportadores sodio-glucosa (Noy y Sklan,1999). Por lo anterior, el ofrecimiento de proteína hidrolizada, la cual entrega pequeños péptidos (dipéptidos , tripéptidos y oligopéptidos), podrían ser absorbidos rápida y eficientemente por el intestino, sin la digestión pancreática inicial (Gilbert *et al.*,2008). Como se mencionó anteriormente, en este estudio no se observaron diferencias estadísticamente significativas ( $p>0,05$ ), a los días 21, 33 y 39 del estudio, resultados que difieren de lo publicado por Noy y Sklan, (1998), pero que concuerdan con los resultados obtenidos por Guzmán (2009) y Wortzman (2010), quienes también trabajaron con hidrolizados proteicos de pescado, producidos con distintos tipos de enzimas, en dietas de pollos broiler. En dichos trabajos, no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas a favor de las dietas suplementadas con hidrolizados de pescado, durante todo el desarrollo del estudio. También, se puede mencionar, el estudio de Maucher (2007), quien al final del periodo experimental (día 44), obtuvo diferencias estadísticamente significativas ( $p\leq 0,05\%$ ) entre el tratamiento que incluía una fuente de hidrolizado de pescado + gluten de trigo, respecto al obtenido por el tratamiento con harina de pescado a 6%.

Cabe destacar que en el presente estudio, aunque no se detectaron diferencias estadísticamente significativas, entre los tratamientos, a los días 21, 33 y 39 del estudio, en todos los grupos, que incluían hidrolizados de pescado, se observó una tendencia a la presentación de mayores pesos vivos, comparados con el grupo control hasta el final del estudio. Así también se observó que el grupo BIOCP® 74-6%, al día 10, obtuvo diferencias estadísticamente significativas ( $p\leq 0,05$ ) respecto al grupo control, mantuvo el mayor peso vivo promedio (2403,89 g), al final del ciclo productivo, teniendo una diferencia de 54,91 g con el grupo control.

## 2.2 Consumo de alimento promedio por pollo

En la Tabla 5, se presentan los resultados de, consumo de alimento promedio por pollo (g), para los distintos tratamientos durante todo el periodo experimental.

**Tabla 5. Consumo promedio de alimento (g) de pollos broiler para grupo control y los suplementados con hidrolizados proteicos en la dieta de preinicio en los periodos 1-10, 1-21, 1-33 y 1-39 días de edad ( promedios  $\pm$ desviación estándar).**

Tratamiento	Consumo de alimento			
	1-10 días	1-21 días	1-33 días	1-39 días
<b>CONTROL HAPES 6%</b>	352,5 <sup>ab</sup> $\pm$ 14,14	1785 <sup>ab</sup> $\pm$ 89,15	4403 <sup>ab</sup> $\pm$ 101,07	5888 <sup>ab</sup> $\pm$ 209,37
<b>BIOCP 67-3,5%</b>	373,2 <sup>ab</sup> $\pm$ 15,36	1854 <sup>ab</sup> $\pm$ 146,24	4484 <sup>ab</sup> $\pm$ 123,07	5918 <sup>ab</sup> $\pm$ 246,02
<b>BIOCP 74-3,5%</b>	377,4 <sup>ab</sup> $\pm$ 26,73	1852 <sup>ab</sup> $\pm$ 77,37	4422 <sup>ab</sup> $\pm$ 100,25	5790 <sup>ab</sup> $\pm$ 158,62
<b>BIOCP 74-6%</b>	377,6 <sup>ab</sup> $\pm$ 26,73	1829 <sup>ab</sup> $\pm$ 118,30	4457 <sup>ab</sup> $\pm$ 133,97	5886 <sup>ab</sup> $\pm$ 152,33
<b>BIOCP SH-6%</b>	371,5 <sup>ab</sup> $\pm$ 13,71	1838 <sup>ab</sup> $\pm$ 141,30	4376 <sup>ab</sup> $\pm$ 262,41	5765 <sup>ab</sup> $\pm$ 427,93

<sup>1</sup> BIOCP®: Concentrado de peptonas ( Empresa Profish S.A).

a,b,: valores con superíndice distinto dentro de una misma columna, indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).

Los resultados obtenidos, no arrojaron diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los periodos acumulados del estudio ( $p > 0,05$ ). Si se observan las mediciones de consumo al día 10 del estudio, el grupo que tuvo mayor consumo, fue el tratamiento suplementado con el hidrolizado de pescado BCP 74-6% que consumió 377,66 g. y el menor consumo fue para el grupo suplementado con HAPES 6% que consumió 352,55 g con una diferencia de 25,11 g.

Estos resultados podrían ser el resultado, de la cualidad saborizante de algunos hidrolizados, en gran medida, esto depende de la interacción que los di-tripeptidos o los aminoácidos libres del hidrolizado realizan con otros componentes, como azúcares o lípidos (Vioque *et al.*, 2001), estos últimos presentes en la carne de pescado. En

numerosos estudios realizados por Noy y Sklan (1995, 1998, 2002), se expresa que el acceso temprano a la dieta y su consumo, mejoran el desarrollo del tracto gastrointestinal y de su capacidad absorbiva y que produce un aumento de peso vivo inicial, aumento que disminuye con la edad, pero que generalmente se mantiene a la edad de mercado; resultados similares obtuvieron Maucher (2007) y Henríquez (2008).

### 2.3.-Conversión alimenticia

La tabla 6 se informa, la conversión alimenticia (CA) expresada como consumo de alimento/ganancia de peso para los distintos tratamientos en los tiempos determinados por el experimento.

**Tabla 6. Conversión alimenticia de los distintos tratamientos, a través de todo el periodo experimental del estudio, expresado mediante Kg Alimento/ Kg Peso vivo.**

Tratamiento	Conversión Alimenticia (Kg).			
	1-10 días	1-21 días	1-33 días	1-39 días
<b>CONTROL HAPES 6%</b>	1,66 ±0,10	2,17 ±0,13	2,53 ±0,11	2,54 ±0,11
<b>BIOCP 67-3,5%</b>	1,70 ±0,07	2,23 ±0,21	2,56 ±0,07	2,53 ±0,14
<b>BIOCP 74-3,5%</b>	1,71 ±0,15	2,23 ±0,06	2,45 ±0,08	2,44 ±0,08
<b>BIOCP 74-6%</b>	1,67 ±0,07	2,16 ±0,17	2,51 ±0,16	2,48 ±0,12
<b>BIOCP SH-6%</b>	1,71 ±0,10	2,25 ±0,29	2,47 ±0,21	2,44 ±0,17

<sup>1</sup> BIOCP®: Concentrado de peptonas ( Empresa Profish S.A).

Los resultados de la CA no mostraron diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05\%$ ), entre ninguno de los tratamientos para los períodos en estudio. Para el

período de preinicio (1-10 días) sí se observa que el BCP 74-6% arrojó el segundo valor de CA más bajo (1,677) y que al mismo período para la variable peso vivo obtuvo el mayor peso vivo, por lo tanto, entre los tratamientos con inclusión de BIOCP, fue el más eficiente en dicho momento. Todos los grupos suplementados con hidrolizados proteicos de pescado al final del período experimental obtuvieron CA numéricamente mejores que el grupo control, pero sin diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ( $p>0,05\%$ ). Los resultados de Maucher (2007) y Henríquez (2008) evaluando HPP tampoco lograron diferencias estadísticas significativas, para este indicador.

## **2.4 Mortalidad**

En la Tabla 7, se presentan los resultados obtenidos para mortalidad, expresada como porcentaje, a lo largo de todo el periodo experimental, tanto para el grupo control como para los grupos en que se incluyó BIOCP. 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 para realizarles necropsia y así obtener la causa de muerte.

La cifra de mortalidad ocurrida en este ensayo fue compatible para los estándares de la línea genética Ross 308. Los informes de necropsia, evidenciaron principalmente cuadros correspondientes a “muerte súbita”, síndrome asociado al rápido crecimiento, como resultado de la intensa selección genética, para incrementar el peso vivo y la productividad de carne de los pollos.

**Tabla 7. Mortalidad de pollos broiler para grupo control y los suplementados con hidrolizados proteicos (BIOCP®) en los periodos 1-10, 11-21, 22-33 y 34-39 días.**

TRATAMIENTOS	Mortalidad (%)				
	1-10 días	11-21 días	22-33 días	34-39 días	TOTAL (%)
<b>Control HAPES 6 %</b>	0	0,93	0	0	0,93
<b>BIOCP 67-3.5 %</b>	0	0,93	0,93	0	1,86
<b>BIOCP 74-3.5 %</b>	0,76	0	0	0	0,76
<b>BIOCP 74-6%</b>	0,76	0,93	0	0	1,69
<b>BIOCP SH-6%</b>	1,52	0	0	0,93	2,45

<sup>1</sup> BIOCP®: Concentrado de peptonas ( Empresa Profish S.A).

En la Tabla 7, se puede observar que en general los porcentajes de mortalidad fueron bajos y semejantes entre los distintos tratamientos, disminuyendo notoriamente en los dos últimos períodos del estudio (22-33 y 34-39 días). El grupo que presentó menor mortalidad en el estudio fue el BIOCP 74-3,5%, seguido del grupo control HAPES. Las mayores mortalidades ocurrieron en las dos primeras etapas del ciclo productivo (1-10 y 11-21 días). Esto podría entenderse ya que los pollos broiler presentan una alta tasa de crecimiento, particularmente en las 3 primeras semanas de vida (González, 2000), lo que se explica porque es durante este período donde la conversión de alimento es la mejor de toda la crianza y en contrapartida el estrés metabólico es el más elevado en la vida del ave presentando problemas metabólicos como ascitis y muerte súbita (Martins, 2003).

### **3.- Crecimiento de pechuga entera y órganos seleccionados.**

#### **3.1 Pechuga entera al día 10 de edad.**

En la tabla 8, se presentan los resultados obtenidos en el pesaje de la pechuga a los 10 días y su correspondiente porcentaje con respecto al peso vivo.

**Tabla 8. Peso vivo al día 10 de edad (g), peso de pechuga [Pechuga (g.)] y su porcentaje con respecto al peso vivo de los pollos muestreados (% Pechuga) (promedios  $\pm$  desviación estándar).**

<b>Tratamientos</b>	<b>Peso Vivo</b>	<b>Pechuga</b>	<b>% Pechuga</b>
<b>Control HAPES 6%</b>	250,7	37,32	14,89 $\pm$ 1,44
<b>BIOCP 67-3,5%</b>	256,6	37,54	14,62 $\pm$ 1,49
<b>BIOCP 74-3,5%</b>	256,1	38,80	15,15 $\pm$ 1,08
<b>BIOCP 74-6%</b>	260,7	38,40	14,71 $\pm$ 1,90
<b>BIOCP SH-6%</b>	258,9	38,48	14,89 $\pm$ 1,64

<sup>1</sup> BIOCP®: Concentrado de peptonas ( Empresa Profish S.A).

Al día 10 de edad, no hubo diferencia estadísticamente significativa(  $p > 0.05\%$ ), para ninguna de las variables medidas (peso vivo, peso de pechuga y su expresión porcentual, (en relación al peso vivo). En los estudios realizados por Céspedes (2008) y Yáñez (2009), al igual que en este ensayo, no existió superioridad de los valores de peso de pechuga y su porcentaje con respecto al peso vivo, en los tratamientos, en que se incorporaron hidrolizados de pescado. A diferencia de los valores obtenidos por Araya (2009) quien si obtuvo diferencias estadísticamente significativas, en los pesos de pechuga a los 14 días, en dos de las dietas en que se incluían hidrolizados de pescado, con respecto a un control (maíz-soya). Es por esto, que un mayor número de estudios sobre la eficiencia de los hidrolizados de pescado en las dietas de pollos broiler, son necesarios para evaluar las mejorías que podrían tener estas aves al consumirlos, generando mejores niveles en sus indicadores productivos y mayores ganancias comerciales.

### 3.2 Pechuga entera al día 40 de edad.

En la tabla numero 9, se entregan los resultados obtenidos a los 40 días de edad, para el peso vivo, peso de pechuga, peso de la canal y el correspondiente porcentaje con respecto al peso vivo.

**Tabla 9. Peso vivo al día 40 de edad (g), peso de pechuga (g) y su correspondiente porcentaje con respecto al peso vivo (% Pechuga), peso de la canal (Canal) (g) y su correspondiente porcentaje con respecto al peso vivo (% Canal), de los pollos muestreados promedios±desviación estándar.**

TRATAMIENTO	Peso Vivo	Pechuga	% Pechuga	Canal	% Canal
CONTROL HAPES 6%	2368	477,8	20,17 ±1,11	1798	75,96 ±1,44
BIOCP 67-3,5%	2370	507,1	21,35 ±1,48	1819	76,72 ±1,50
BIOCP 74-3,5%	2379	488,3	20,52 ±1,37	1817	76,37 ±1,06
BIOCP 74-6%	2378	486,2	20,44 ±1,07	1800	75,68 ±1,07
BIOCP SH-6%	2400	499,4	20,79 ±1,48	1832	76,34 ±1,13

<sup>1</sup> BIOCP®: Concentrado de peptonas ( Empresa Profish S.A).

De acuerdo a las mediciones realizadas para evaluar la calidad de la canal, al día 40, no hubo diferencias estadísticamente significativas ( $p>0,05\%$ ), entre tratamientos. Similares consideraciones a las comentadas para los 10 días del estudio, son también validas en este caso. Los pesos absolutos de pechuga y de la canal total, siguen muy directamente a los pesos vivos, que a su vez, fueron muy satisfactorios productivamente y también muy semejantes entre tratamientos. Cabe señalar, que en estudios realizados por Céspedes (2008) y Yáñez (2009), quienes también evaluaron la inclusión de hidrolizados en la dieta de preinicio, obtuvieron mejores valores referentes a peso vivo, peso canal y peso de la pechuga al día 43 y 44 respectivamente, muestran mejores resultados, que los obtenidos durante este estudio.

### 3.3 Órganos seleccionados (intestino completo, hígado, páncreas) al día 10 de edad

En la Tabla número 10, se muestran los valores de los órganos del aparato digestivo que se midieron, durante el estudio (intestino, hígado y páncreas) a los 10 días de edad de los pollos y su relación porcentual con respecto al peso vivo.

**Tabla 10. Peso de intestino completo (g), su relación porcentual con el peso vivo (INTEST/PV), peso del hígado (g), su relación porcentual con el peso vivo (HIG/PV), peso del páncreas (g) y su relación porcentual con el peso vivo (PAN/PV), a los 10 días de edad, de los pollos muestreados  $\pm$  desviación estándar.**

TRATAMIENTO	Intestino (g)	Intestino (%)	Hígado (g)	Hígado (%)	Páncreas (g)	Páncreas (%)
Control HAPES 6 %	18,25	7,28	8,91	3,55	1,13	0,45
BIOCP 67-3,5%	18,97	7,38	9,65	3,76	1,10	0,43
BIOCP 74-3,5%	18,62	7,27	9,58	3,74	1,05	0,41
BIOCP 74-6%	17,85	6,83	10,07	3,86	1,08	0,41
BIOCP SH-6%	17,79	6,89	9,38	3,62	1,04	0,4

<sup>1</sup> BIOCP®: Concentrado de peptonas ( Empresa Profish S.A).

Aunque no existió diferencia estadísticamente significativa ( $p>0,05\%$ ), en las mediciones de órganos seleccionados a los 10 días de edad, si se aprecia un leve mejoría en los valores con respecto al peso de hígado, en las dietas en que se usó hidrolizados de pescado, esto podría explicarse, debido al gran proceso metabólico que se estaba llevando a cabo, en dicho órgano, como resultado de la entrega de lípidos desde el vitelo remanente y de péptidos y aminoácidos libres por parte de los BIOCP. Cabe destacar, que los valores obtenidos en el pesaje de los distintos órganos digestivos evaluados, fueron ligeramente mejores, que los obtenidos para estas mediciones, por Sell (1996) y Mateos *et al.*, (2002).

### 3.4 Órganos seleccionados (intestino completo, hígado y páncreas) y grasa abdominal, al día 40 de edad

En la Tabla n° 11, se muestran los valores obtenidos para peso vivo, peso de intestino completo, hígado, páncreas, grasa abdominal y la relación porcentual de cada uno de ellos con respecto al peso vivo a los 40 días de edad.

**Tabla 11. Peso Vivo (g), peso de intestino completo (g), su relación porcentual con el peso vivo (%), peso del hígado (g), su relación porcentual con el peso vivo (%), peso del páncreas (g), su relación porcentual con el peso vivo (%), peso de la grasa abdominal (g) y su relación porcentual con el peso vivo (%) a los 40 días de edad, de los pollos muestreados (promedio± desviación estándar).**

Tratamiento	Peso Vivo	Peso Intestino	%	Peso Hígado	%	Peso Páncreas	%	Peso Grasa Abdominal	%
<b>Control HAPES 6%</b>	2368	98,05	4,13 ± 0,36	44,90	1,89 ±0,15	4,30	0,18 ±0,03	35,74	1,51 ±0,52
<b>BIOCP 67-3,5%</b>	2371	92,61	3,92 ± 0,87	45,39	1,91 ±0,12	4,13	0,17 ± 0,03	31,98	1,34 ± 0,54
<b>BIOCP 74-3,5%</b>	2379	95,83	4,03 ± 0,42	43,94	1,84 ±0,18	4,12	0,17 ± 0,02	30,83	1,28 ± 0,45
<b>BIOCP 74-6%</b>	2379	94,94	4,00 ± 0,55	45,21	1,90 ±0,11	4,09	0,17 ± 0,03	35,91	1,51 ± 0,40
<b>BIOCP SH-6%</b>	2400	98,77	4,12 ± 0,55	46,18	1,92 ±0,19	4,36	0,18 ±0,03	35,66	1,48 ± 0,42

En los resultados que se presentan en la tabla 11, no existió diferencia estadísticamente significativa ( $p > 0,05\%$ ), para ninguna de las variables estudiadas. Es importante señalar que, la tendencia de la modalidad de crecimiento de órganos e intestino, en relación al peso vivo de las aves muestreadas, coincidió con lo informado por Sell (1996), Noy y Sklan (1998) y Mateos *et al*, (2002), donde se corrobora que a medida que avanza la edad de las aves, la incidencia del peso de los órganos digestivos y del tracto gastrointestinal relativo al peso vivo, va en progresiva disminución, obteniéndose en la ecuación de crecimiento alométrico, valores inferiores a 1. En cuanto a los valores de grasa abdominal con respecto al peso vivo, obtenidos en el presente estudio, estos

fueron menores que los encontrados por Céspedes (2008) al día 43, quien también evaluó la inclusión de hidrolizados de pescado en las dietas de preinicio, pero similares a los obtenidos por López, *et al.* (1991) en dietas con menor nivel energético y mayor nivel proteico (estrechamiento de la relación) en la ración final de las aves, estos resultados, concordarían con lo descrito por Bartov y Plavnik (1998).

## **VII. CONCLUSIONES**

El uso de hidrolizados proteicos de pescado como inclusión en las dietas de preinicio de pollos broiler, sólo generó diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ), en la variable peso vivo al día 10 de edad, sin darse diferencias, para peso vivo, en los siguientes periodos del estudio entre ninguno de los tratamientos.

La inclusión, en la dieta de preinicio de pollos broiler, de hidrolizados de pescado, no presentó efecto, durante y/o al término del ciclo productivo de este estudio, sobre consumo de alimento, conversión alimenticia, peso de pechuga, órganos seleccionados (hígado y páncreas), como tampoco para la grasa abdominal.

Los resultados obtenidos sólo muestran tendencias numéricas, a favor a los tratamientos en los que se incluyeron distintos niveles de inclusión de BIOCP®, producto que debiese seguir investigándose para poder evaluar una verdadera superioridad con respecto a una dieta control.

Se rechaza la hipótesis planteada, ya que la adición a las dietas de preinicio de hidrolizados de pescado, no mejoró la eficiencia productiva de las aves durante la primera etapa de crecimiento y tampoco lo logró, en las etapas consecutivas de la producción.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

- **AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS).** 2002. Official Methods of Analysis. 17<sup>a</sup> Ed. Editado por Dr. William Horwitz. EEUU.v.1.
- **ARAYA, P.** 2009. Estudio de la inclusión de hidrolizados proteicos de pescado y dos fuentes de proteína vegetal en la dieta de preinicio de pollos broiler: efectos en indicadores de canal y en músculos de pechuga y trutro. Memoria Título Medico Veterinario. Santiago, Chile. U. de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. 75 p.
- **AVMA** Guidelines for the euthanasia of animals : 2013 Edition. 102 p.
- **BUXADÉ, C.** 1995. Zootecnia bases de la producción animal. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. v.1.
- **BARTOV, I. ; PLAVNIK, I.** 1998. Moderate excess of dietary protein increases breast meat yield of broiler chicks. Poultry Science. 77: 680-688.
- **CASE, L.A.; MILLER, S.P.; WOOD, B.J.** 2010. Factors affecting breast meat yield in turkeys. World's Poult. Sci. J. 66: 189-201.
- **CÉSPED, R.** 2008. Efectos de la incorporación de hidrolizados de pescado en dietas de pre-inicio en pollos broiler machos. Indicadores productivos y de canal. Memoria Titulo Medico Veterinario. Santiago, Chile. U. de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. 38 p.
- **DEATON, J.W.; McNAUGHTON, J.L.; REENCE, F.N.; LOTT, B.D.** 1981. Abdominal fat of broilers as influenced by dietary level of animal fat. Poultry sci. 60: 1250-1253.
- **DENBOW, D.M.** 1986. Gastrointestinal Anatomy and Physiology. **In:** Sturkie, P.D. Avian Physiology. 4<sup>a</sup> ed. Springer-Verlag. New York, USA. Pp. 299-325.
- **DUDLEY-CASH, W.A.** 1996. El rol del nutricionista. Avicultura Profesional 14(6):42-43.

- **FAO.** 2015. Perspectivas alimentarias, mayo 2015. [en línea]. <<http://www.fao.org/3/b-i4581s.pdf>>. [consulta: 14-10-2015].
- **GETTY, R.** 1966. Atlas de anatomía veterinaria aplicada. Unión tipográfica editorial hispano-americana. México, D.F. 304-329 p.
- **GILBERT, E.R.; WONG, E.A.; WEBB, K.E.** 2008. Peptide absorption and utilization implications for animal nutrition and health. J. Anim. Sci 86 (9): 2135- 2155.
- **GONZÁLEZ, J.** 2000. Influencia de algunas características de composición de ingredientes alimenticios en la productividad del broiler. XI Congreso Nacional de Medicina Veterinaria. Santiago, Chile. [en línea]. <<http://www.veterinaria.uchile.cl/publicación/congresoxi/>> [consulta: 14-10-2011].
- **GUZMÁN, S.** 2009. Incorporación de hidrolizados proteicos de pescado (Activium®) en la dieta de preinicio de pollos broiler, efectos sobre indicadores productivos y económicos. Memoria Título Medico Veterinario. Santiago, Chile. U. de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. 48 p.
- **HAVENSTEIN, G.B.; FERKET, P.R.; QURESHI, M.A.** 2003. Growth, livability, and feed conversion of 1957 versus 2001 broilers when fed representative 1957 and 2001 broiler diets. Poultry Science 82: 1500-1508.
- **HENRÍQUEZ, C.** 2008. Efectos de la inclusión de hidrolizados proteicos de pescado y de dos fuentes de proteína vegetal en la dieta de preinicio de pollos broiler sobre sus rendimientos productivos y económicos. Memoria Título Medico Veterinario. Santiago, Chile. U. de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. 111 p.
- **INE.** 2014. Carne de ave. [en línea]. Santiago, Chile. Pp33-37 . **In:** Producción pecuaria 2012-2013 y primer semestre 2014. <[http://ine.cl/canales/chile\\_estadistico/estadisticas\\_agropecuarias/estadisticas\\_pecuarias/pdf/pecuaria\\_2008\\_2013\\_1s\\_2014.pdf](http://ine.cl/canales/chile_estadistico/estadisticas_agropecuarias/estadisticas_pecuarias/pdf/pecuaria_2008_2013_1s_2014.pdf)>. [ consulta 10 enero 2014].

- **LEVY, M.N.; STATON, B.A.; KOEPPEN, B.M.** 2006. Berne y Levy Fisiología. 4 th ed. Elsevier. Madrid, España. 3-18 p.
- **LILBURN, M.S.** 1998. Practical aspects of early nutrition for poultry. J. Appl. Poultry Res. 7: 420-424.
- **MAIORKA, A.; DAHLKE, F.; FURQUIM, M.S.** 2006. Broiler adaptation to post-hatching period. [en línea]. Ciencia Rural, Santa Maria, v.36, n.2, p.701-708.< <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/331/33136257.pdf>>. [consulta: 16-10-2014].
- **MARTINS, P.C.** 2003. Alimento pre-iniciador: Importancia de su utilización en la vida del pollo de engorde. Avicultura Profesional 21(6): 18-23.
- **MATEOS, G.G.; LÁZARO, R.; GRACIA, M.I.** 2002. Modificaciones nutricionales y problemática digestiva en aves. Barcelona, España. **In:** XVIII Curso de Especialización FEDNA.< [http://www.fundacionfedna.org/sites/default/files/02CAP\\_II.pdf](http://www.fundacionfedna.org/sites/default/files/02CAP_II.pdf) >. [consulta: 20-10-2014].
- **MAUCHER, K.** 2007. Evaluación de dos hidrolizados de pescado solos y mezclados con proteína vegetal de dos orígenes, sobre los rendimientos productivos y económicos de pollos broiler. Memoria Título Medico Veterinario. Santiago, Chile. U. de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. 63 p.
- **NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL.** 1994. Nutrient requirements of domestic animals. Nutrient requirements of poultry. 9° ed. National Academy of Sciences Press. Washington, D.C., EEUU. 155p.
- **NELSON, D.L.; COX, M.M.** 2006. Lenhinger. Principios de Bioquímica. Ed. Omega. Barcelona, España. 75-140 p.
- **NIR, I.; LEVANON, M.** 1993. Effect of posthatch holding time on performance and residual yolk and liver composition. Poultry Science. 72: 1994-1997.

- **NITSAN, Z.; BEN-AVRAHAM, G.; ZOREF, Z.; NIR, I.** 1991. Growth and development of the digestive organs and some enzymes in broiler chicks after hatching. *Br. Poult. Sci.* 32 : 515-523.
- **NOY, Y.; SKLAN, D.** 1995. Digestion and absorption in the young chick. *Poultry Science* 74: 366-373.
- **NOY, Y.; SKLAN, D.** 1998. Metabolic responses to early nutrition. *J. Appl. Poultry Res.* 7: 437-451.
- **NOY, Y.; SKLAN, D.** 1999. Energy utilization in newly hatched chicks. *Poultry Science* 78: 1750-1756.
- **NOY, Y.; SKLAN, D.** 2001. Yolk and exogenous feed utilization in the posthatch chick. *Poultry Science* 80: 1490-1495.
- **NOY, Y.; SKLAN, D.** 2002. Nutrient use in chicks during the first week posthatch. *Poultry Science* 81: 391-399.
- **ODEPA.** 2014. Evolucion del consume aparente de los principales alimentos en Chile 2003-2013. Santiago, Chile. [http://www.odepa.cl/wp-content/files\\_mf/1411487196evolucionconsumoaparentealimentos.pdf](http://www.odepa.cl/wp-content/files_mf/1411487196evolucionconsumoaparentealimentos.pdf). [consulta 10-10-2015].
- **ODEPA.** 2015. Actualización del mercado avícola. [en línea]. Santiago, Chile <[http://www.odepa.cl/wp\\_content/files\\_mf/1431462062aves20152015.05.12.pdf](http://www.odepa.cl/wp_content/files_mf/1431462062aves20152015.05.12.pdf)>. [consulta: 10-10-2015].
- **PROFISH.** 2013. Características BIOCP® .[en línea]. <<http://www.landes.cl/profish/>>. [consulta: 10-11-2013].
- **PINCHASOV, Y.** 1995. Early transition of digestive system to exogenous nutrition in domestic post-hatch birds. *Br. Journal of Nutrition* 73:471-478.
- **SKLAN, D.; NOY, Y.** 2001. Hidrolysis and absorption in the small intestines of posthatch chicks. *Poultry Sci.* 79: 1306-1310.
- **SELL, J.** 1996. Physiological limitations and potential for improvement in gastrointestinal tract function of poultry. *J. Appl. Poultry Res.* 5: 96-101.

- **STATISTICAL ANALISYS SYSTEM (SAS).** Copyright 1989-1996. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. (r) Proprietary software release 6.12 TS020. Licensed to UNIVERSIDAD DE CHILE, Site 0039781028.
- **STEEL, R.G.D; TORRIE, J.H.** 1980. Principles and procedures of statistics: a biometrical approach. 2ed. USA. Ed. McGraw-Hill. 633 p.
- **UNI, Z.** 1998. Impact of early nutrition on poultry: review of presentations. J. Appl. Poultry Res. 7: 452-455.
- **UNI, Z.; NOY, Y.; SKLAN, D.** 1999. Posthatch development of small intestinal function in the poult. Poultry Sci. 78: 215-222.
- **VIOQUE, J.; CLEMENTE, A.; PEDROCHE, J.; YUST, M.; MILLÁN, F.** 2001. Obtención y aplicaciones de hidrolizados proteicos. Grasas y Aceites. 52(2) : 131-136.
- **WORTZMAN, A.T.** 2010. Evaluación de la incorporación de hidrolizados proteicos de pescado (BIOCP® y ACTIVIUM®) en la dieta de preinicio para pollos broiler, a través de la determinación de parámetros productivos. Memoria Título Medico Veterinario. Santiago, Chile. U. de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. 53 p.
- **YÁÑEZ, 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 broilers. Memoria Título Médico Veterinario. Santiago, Chile. U. de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. 50 p.