



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



EFFECTOS DE LA INCORPORACIÓN DE HIDROLIZADOS DE
PESCADO EN DIETAS DE PRE-INICIO EN POLLOS BROILER
MACHOS. INDICADORES PRODUCTIVOS Y DE CANAL

ROGELIO CÉSPED LEIVA

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

PROFESOR GUÍA: SERGIO CORNEJO VALDIVIESO

SANTIAGO, CHILE
2008

ÍNDICE

CAPÍTULO	PÁGINA
RESUMEN	
SUMMARY	
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION BIBLIOGRAFICA	2
2.1. Aspectos relevantes de la fisiología digestiva del pollo	3
2.2. Aspectos relevantes de la nutrición del pollo	8
2.3. Aspectos relevantes de la composición corporal del pollo	10
2.4. Harina de pescado	12
2.5. Hidrolizados de pescado	13
3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	15
4. MATERIALES Y MÉTODOS	16
4.1. Mediciones de indicadores productivos	21
4.2. Mediciones de algunos indicadores de calidad de la canal	21
4.3. Análisis de las dietas	21
4.4. Análisis estadístico	22
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
5.1. Indicadores productivos	23
5.2. Indicadores de calidad de la canal	27
5.3. Análisis de las dietas	30
5.4. Mortalidad	31
6. CONCLUSIONES	32
7. BIBLIOGRAFÍA	33
8. ANEXOS	38

Este trabajo fue realizado en la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile, bajo la dirección del Dr. Sergio Cornejo Valdivieso. Su realización fue financiada por el proyecto INNOVA (CORFO Empresa) N° 204-4285 (2005).

RESUMEN

En este ensayo se evaluaron los efectos de la suplementación de las dietas de pre-inicio de pollos broiler con hidrolizados proteicos de pescado sobre indicadores productivos y de canal. Para ello se seleccionaron 690 pollitos broiler machos que fueron distribuidos aleatoriamente en 30 corrales de piso. El experimento tuvo una duración de 42 días en donde la etapa de pre-inicio comprendió los primeros 10 días, en ella se asignaron 5 tratamientos con 6 repeticiones cada uno, de los cuales dos recibieron dietas controles, una sin ningún suplemento proteico denominada maíz-soya y otra suplementada con harina de pescado incorporada en un 6%; otras dos suplementadas con un hidrolizado de pescado (BIOCP®) en un 3,5% y 7% respectivamente; y otra suplementada con un segundo hidrolizado de pescado (BIOCP PLUS®) incorporado en un 3,5%. Peso corporal, consumo de alimento, eficiencia de conversión de alimento y mortalidad fueron los indicadores productivos medidos y el peso de la canal, peso de la pechuga y el peso del depósito graso abdominal más sus respectivos rendimientos en relación al peso vivo o al peso de la canal, fueron los indicadores de calidad de canal considerados.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en el consumo de alimento en la etapa de pre-inicio, mostrando un mayor consumo los pollos tratados con BIOCP® al 7% respecto a los pollos suplementados con BIOCP® al 3,5%. La eficiencia de conversión de alimento también mostró diferencias significativas ($p < 0,05$), siendo menor la de los pollitos suplementados con BIOCP® al 7% respecto al tratamiento control maíz-soya y a los suplementados con BIOCP® al 3,5% y con BIOCP PLUS® al 3,5%. A los 10 días de edad los pollos alimentados con BIOCP® al 3,5% y con BIOCP PLUS® al 3,5% lograron un porcentaje de pechuga superior estadísticamente ($p < 0,05$) respecto al grupo tratado con BIOCP® al 7%.

Al finalizar el ciclo productivo desaparecieron las diferencias estadísticas ($p > 0,05$) obtenidas a los 10 días de estudio.

SUMMARY

Broiler pre-starter diet supplemented with fish hydrolyzated protein (FHP) were evaluated on 690 male broiler chicks on their productive performance and carcass quality. Chicks were randomly distributed in 30 floor pens. The experiment was 42 days long, but the diets supplemented with FHP were fed only the first 10 days, where 5 treatments (T) with 6 replications were used as follow: T1 was control corn-soybean, T2 was control fish meal 6%, T3: FHP (BIOCP®) 3,5%, T4: FHP (BIOCP®) 7%, and T5: FHP (BIOCP PLUS®). Body weight, feed intake (FI), feed conversion efficiency (FCE), and mortality were evaluated as performance parameters. Carcass weight, breast weight and abdominal fat depot plus their respectives yields in relation to body weight and to the carcass weight, were utilized to evaluate carcass quality.

At the pre-starter period differences on FI were found ($p < 0.05$) only between T3 (FHP (BIOCP®) 3,5%) and T4 (FHP (BIOCP®) 7%), where T4 showed higher FI than T3. For FCE differences were found ($p < 0.05$) among treatments, where T4 had lower efficiency than T3, T1 and T5. For carcass quality, at the end of the pre-starter period T3 and T5 showed the highest percentage of breast compared with T4 ($p < 0.05$).

These differences are not statistically evident ($p > 0.05$), at the end of the commercial productive cycle.

1. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años ha habido un continuo aumento en el consumo de carne de pollo. En la mayoría de los países esto ha ocurrido porque esta carne ha reemplazado a la del bovino en la preferencia del público, principalmente, por su menor precio, derivado de la disminución de sus costos de producción otorgados por una eficiente implementación de nuevas tecnologías y por la concentración de su producción en unas pocas empresas integradas verticalmente, entre otros factores.

Con el fin de obtener un pollo de engorda más eficiente, híbridos y razas de explotación avícola han sido desarrollados para consumir grandes cantidades de alimento en corto tiempo. Con la creciente demanda por carnes de mayor calidad y de menor costo, se siguen realizando investigaciones para mejorar la ya elevada eficiencia en la producción de pollos con una óptima ganancia de peso y una eficiente conversión del alimento en carne con elevado valor nutricional para el hombre.

La alimentación, para una nutrición cada vez mejor, ajustada a maximizar eficiencias es el pilar más relevante del progreso de esta industria animal.

Eventuales ventajas alimentario-nutricionales en etapas iniciales del ciclo productivo del pollo broiler, pudieran proyectarse a mejores rendimientos de tejidos como el muscular y el adiposo, tanto económica como biológicamente (Leeson y Summers, 2001).

En este aspecto, la industria alimentaria se encuentra desarrollando productos que, incluidos como suplementos con una elevada digestibilidad y elevado valor nutricional desde el momento productivo más temprano de su vida, permitan lograr desarrollos de tejidos y/o órganos claves para la respuesta productiva de los animales a los cuales están destinados (Krehbiel y Matthews, 2003).

En el presente estudio y de acuerdo a lo señalado previamente, se evaluarán hidrolizados de pescado obtenidos bajo condiciones controladas por procesos industriales enzimáticos.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

El potencial genético del pollo moderno está en permanente avance gracias a la selección de las aves de mejor rendimiento para la cría de futuras generaciones. El objetivo principal de esta selección genética es aumentar la rentabilidad, mejorando diferentes características de producción (Kemp y Kenny, 2003).

La selección genética no sólo ha modificado la tasa de crecimiento y eficiencia de 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).

La producción mundial de carne de pollo broiler ha crecido a una tasa media de 3% anual durante el período 2002-2005. Las estimaciones para el 2006 apuntaron a un aumento en la producción de sólo un 1,7%, debido principalmente a los menores rendimientos de la Unión Europea y Brasil, tercero y cuarto productores de carne de ave en el mundo, respectivamente. Para el año 2007 se espera un aumento de un 1,8% en la producción mundial, impulsado por un repunte de la producción brasileña de aproximadamente 4,2% (Rivas, 2007).

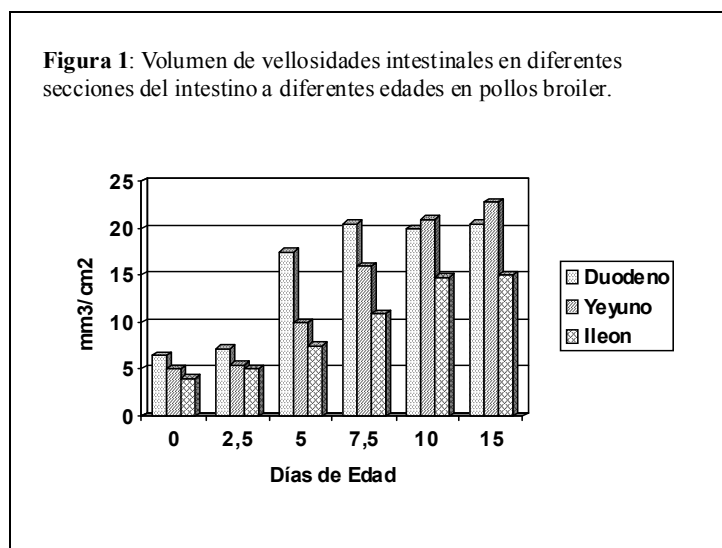
Hace alrededor de 20 años se inició un proceso de crecimiento de la producción de carne de aves en Chile. Esto permitió que en el año 1998 alcanzara el primer lugar en el consumo de carnes a nivel nacional, el que se ha mantenido ininterrumpidamente hasta el día de hoy (ODEPA, 2006).

Durante el período 2000-2006 el sector avícola en el país ha crecido un 40%; el año 2006 su crecimiento fue de 11,6% con respecto a 2005. La disponibilidad de carne de ave fue de 33,9 kg per cápita lo que la convierte en la principal fuente de proteína animal en el mercado doméstico, abarcando alrededor de un 43% del consumo total de carnes que fue de 79,3 kg per cápita (Rivas, 2007).

2.1 Aspectos relevantes de la fisiología digestiva del pollo

Durante los primeros 14 días de vida del pollo, el tubo digestivo y sus órganos asociados sufren cambios significativos tendientes a permitir una adecuada transición desde una alimentación embrionaria dependiente fundamentalmente de los lípidos y proteínas del huevo hacia una dieta rica en carbohidratos, proteínas y grasa. El páncreas, hígado e intestino delgado se desarrollan rápidamente después del nacimiento, alcanzando el intestino su máximo entre 6 y 10 días (Katanbaf *et al.*, 1988; Murakami *et al.*, 1992; Sklan, 2000).

La longitud del intestino aumenta durante la primera semana de vida incluso en la ausencia de alimento, sin embargo, el consumo de alimento es esencial para el inicio del desarrollo de las vellosidades intestinales. A las 2 semanas de edad el intestino tiene plena capacidad digestiva y absorbiva. Cinco días antes de la eclosión, las vellosidades intestinales comienzan gradualmente a alargarse alcanzando su máximo a los 6 días de edad en el duodeno y 10 días de edad en el yeyuno e ileon. Paralelamente aumenta el área de superficie intestinal y el número de enterocitos (Sklan, 2000). El volumen de vellosidades intestinales alcanza su máximo entre 10 y 15 días después de la eclosión (Figura 1) (Noy y Sklan, 1998). La presencia de alimento acelera este desarrollo (Overton y Shoup, 1964) y la falta de alimento lo retrasa (Sklan, 2000).



Fuente: Noy y Sklan, 1998.

El alimento estimula el crecimiento del intestino y su capacidad de absorción en la medida en que se van generando nuevos enterocitos. Se ha demostrado que mientras antes tengan acceso al alimento los pollos, mayor será su ganancia de peso tanto a los 7 días como a la edad de faenación (Noy y Sklan, 1998). Lo anterior se debe a que un acceso temprano al alimento permite un aumento en el peso relativo del intestino, en la longitud de las vellosidades y en el diámetro intestinal, todos factores que mejoran la utilización de los nutrientes. Los pollos al nacer utilizan como alimento los nutrientes que aporta la yema, la cual termina de reabsorberse entre 3 y 5 días después de la eclosión. Los requerimientos energéticos del neonato pueden ser cubiertos por los lípidos contenidos en ella en una primera fase, sin embargo, al no tener acceso a una fuente de glucosa (ej: en caso de ayuno prolongado) para restablecer el glicógeno hepático sufre una cetosis producto de una activa gluconeogénesis (Best, 1966). Una falta en el aporte de carbohidratos, que necesariamente deben provenir de una dieta exógena apropiada y oportuna, aumentará la dependencia de la proteína para gluconeogénesis disminuyendo la disponibilidad de aminoácidos para el crecimiento inicial (González, 2000).

Lo anterior nos indica que los pollos deben tener acceso al alimento tan pronto sea posible después del nacimiento. Es necesario evitar las demoras innecesarias en el despacho de los pollos a los pabellones de engorda. Una vez que los pollos llegan a la granja deben tener acceso inmediato al alimento y agua. El período entre que los pollos nacen y llegan a la granja puede ser de 24 horas o más debido al manejo en la planta de incubación como a la distancia que deben recorrer. En estos casos puede ser recomendable entregarles a los pollos en las cajas de transporte algún suplemento alimenticio tendiente a evitar el ayuno excesivo. Nir y Levanon (1993) observaron que las pérdidas de peso en pollos recién nacidos que ayunan por 24 a 48 horas pueden ser equivalentes a un aumento en el período de engorda de 1 a 2 días para alcanzar el peso de mercado. En condiciones prácticas se ha observado que pollos nacidos de reproductoras muy jóvenes se ven beneficiados en tasa de crecimiento a los 7 días cuando tienen acceso a una alimentación temprana, aún cuando el período de transporte a los pabellones de engorda sea sólo de unas pocas horas.

La transición desde una alimentación dependiente de la yema en el embrión a una alimentación independiente después del nacimiento, va acompañada de un cambio en la actividad de las enzimas pancreáticas. Marchaim y Kulka (1967) determinaron que la

actividad específica de la α -amilasa pancreática alcanzaba su máximo 4 días después de la eclosión en pollos. La digestibilidad de los carbohidratos es de un 85% a los 4 días de edad sin sufrir cambios significativos posteriormente (Noy y Sklan, 1995). La actividad de la lipasa pancreática alcanza su máximo a los 16 días después del nacimiento donde alcanza un *plateau*. La tripsina y quimotripsina pancreáticas tienen una actividad muy reducida después del nacimiento, sin embargo, alcanzan su máxima actividad 10 días después. La digestibilidad de las proteínas mejora de 78% a 90% desde los 4 a 21 días de edad, consecuentemente el aprovechamiento de la proteína es más limitante que la de los carbohidratos o lípidos en el pollito recién nacido (Noy y Sklan, 1995). La secreción de proteasas pancreáticas después del nacimiento, junto con el desarrollo de la actividad hidrolítica de péptidos en la superficie de los enterocitos del lumen intestinal, no sólo depende de la edad de los pollos sino también del inicio del consumo de alimento (Austic, 1985).

Pollos en ayuno muestran cambios menores en la actividad de tripsina y α -amilasa pancreáticas, las cuales sólo aumentan luego de consumir alimento (Sklan, 2000). En pollos alimentados, la actividad de las enzimas pancreáticas es proporcional al peso vivo y del intestino, lo cual indica que el consumo de alimento gatilla la secreción de enzimas pancreáticas las cuales se liberan a una tasa constante de acuerdo al consumo de alimento y crecimiento corporal (Sklan, 2000).

Además de la digestión luminal, las etapas finales de hidrólisis de nutrientes ocurre por enzimas ancladas a la membrana del borde en cepillo del intestino. Estas enzimas incluyen disacaridasas (sacarasa-isomaltasa), peptidasas (glutamil transferasa) y fosfatasas (fosfatasa alcalina) (Semenza, 1986). La actividad de estas enzimas es proporcional al desarrollo de los enterocitos después de los 2 días de edad y al peso vivo de las aves. Esta correlación confirma que la actividad de estas enzimas de membrana juegan un papel importante en proveer de substratos para el crecimiento (Sklan, 2000).

El incremento progresivo del área de absorción, de las secreciones pancreáticas y de la capacidad hidrolítica de la mucosa sugieren que el consumo de alimento, el crecimiento del intestino y la actividad enzimática están relacionadas en aves jóvenes para mantener una eficiente disponibilidad de nutrientes (Sklan, 2000). El entendimiento del desarrollo fisiológico temprano del intestino, de los factores que lo

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

En el último tiempo se ha hecho una práctica común en la industria utilizar una dieta de pre-inicio de 1 a 7 o 10 días de edad con el objeto de entregarle al pollo broiler una nutrición adecuada al desarrollo del sistema gastrointestinal, compatibilizando las limitaciones fisiológicas en el aprovechamiento de los nutrientes. 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 período representa un 17% del período total de crecimiento. El bajo consumo a esta edad permite aumentar el costo de este alimento procurando compatibilizar la calidad de los ingredientes alimenticios y los niveles nutricionales con el desarrollo fisiológico del intestino (González, 2000).

Los mecanismos inductores del desarrollo de la mucosa del tracto gastrointestinal (TGI) son dependientes de factores intrínsecos y extrínsecos. La mucosa intestinal tiene crecimiento continuo, siendo afectada tanto por los nutrientes de la dieta (características físicas y químicas), como por los niveles de hormonas circulantes (insulina, tiroxina, factor de crecimiento de tipo insulina tipo 1, colecistoquinina, entre otras) (Macari y Maiorka, 2001).

Los factores reguladores endógenos que actúan en el desarrollo de la mucosa intestinal son especialmente las hormonas y los péptidos, los cuales actúan de forma paracrina (de célula a célula) o autocrina (en la propia célula). Las hormonas gastrointestinales fueron descubiertas debido a sus acciones sobre la actividad motriz y secretora, en la década de los 60, con un purificado de hormonas, se hizo el aislamiento de un gran número de péptidos y se llegó a la conclusión que el TGI es un órgano endocrino muy complejo (Macari y Maiorka, 2001).

El tracto digestivo sufre un proceso de maduración en la fase post-eclosión, semejante a lo que ocurre con los sistemas termorregulador e inmunológico. Siendo el pollito sometido a una dieta sólida en la fase post-eclosión, se necesita de un apropiado conocimiento de los procesos de desarrollo morfofuncional durante las dos primeras semanas de vida del ave, puesto que, este período representa nada menos que el 30% del tiempo de vida del pollo (González, 2000).

Los procesos de absorción son totalmente dependientes de los mecanismos que ocurren en la mucosa intestinal. Es sabido que los carbohidratos son absorbidos en forma de monómeros, glucosa, cuyo proceso depende y ocurre a través de los transportadores de membrana. Los lípidos son absorbidos en forma de monoglicéridos y ácidos grasos libres, también dependen de la actividad de los transportadores de membrana. Lo mismo ocurre con relación a los aminoácidos. Así, la integridad de las células que componen la mucosa intestinal son de fundamental importancia para la absorción de los nutrientes (González, 2000).

La mucosa intestinal está constituida por células denominadas enterocitos, las cuales desarrollan la capacidad de transportar monómeros al interior de la célula y de ahí a la corriente sanguínea, a través de la membrana basolateral. La maduración de los enterocitos ocurre durante el proceso de migración desde la cripta a la cima de la vellosidad y depende de estímulos para su diferenciación. El número y tamaño de las vellosidades depende del número de células que lo componen. Así, cuanto mayor el número de células, mayor el tamaño de la vellosidad, y por consecuencia, mayor el área de absorción de nutrientes. De esta forma, la absorción solamente se efectuará cuando haya integridad funcional de las células de las vellosidades, tanto en la membrana luminal como en la membrana basolateral. Otro factor muy relevante para la absorción de los nutrientes en la membrana luminal es la cantidad de microvellosidades existentes en los enterocitos (Macari y Maiorka, 2001).

2.2 Aspectos relevantes de la nutrición del pollo

Tras la eclosión del huevo, los pollitos no están aún 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 o 5 primeros días de vida (Sell *et al.*, 1991).

Durante este período, el pollo debe sufrir importantes adaptaciones metabólicas para adecuarse a las diferentes fuentes exógenas de nutrientes. Carbohidratos, lípidos y proteínas que llegan al intestino deben ser hidrolizados antes de su absorción (Noy y Sklan, 1999).

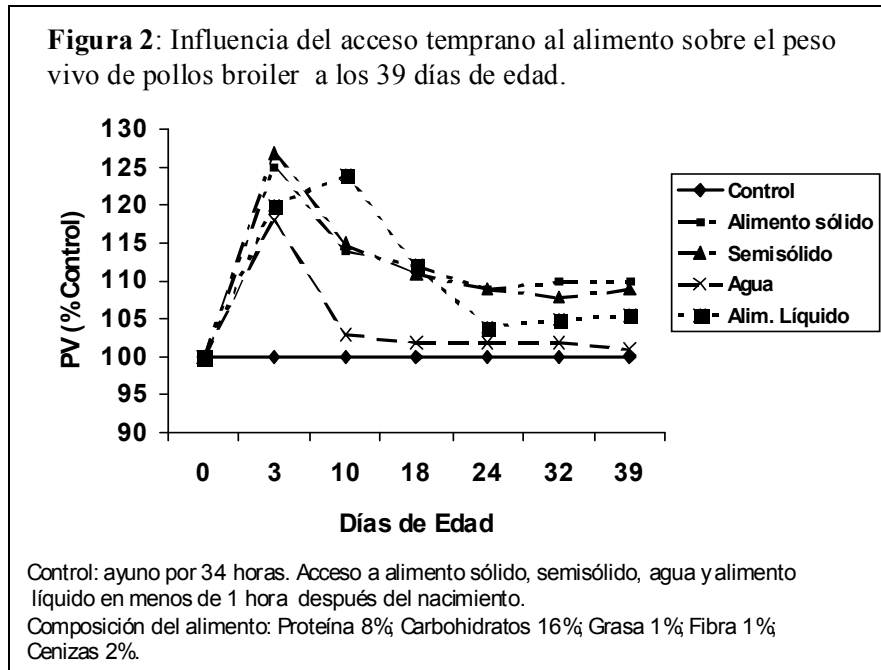
Para la absorción de nutrientes se requiere una hidrólisis de las macromoléculas. Se ha determinado la actividad específica de las enzimas pancreáticas con la edad pero dado que estas enzimas deben secretarse en el intestino y después activarse, esto proporciona poca información acerca de la actividad enzimática real del pollo joven (Uni *et al.*, 1995).

El desarrollo del tracto digestivo depende, en parte, de la ingestión de alimento pelletizado, quebrantado y agua poco después del nacimiento. La práctica de retrasar la colocación de los pollitos y/o el acceso al pellet y al agua supone normalmente una mayor mortalidad (Noy y Sklan, 1999).

El crecimiento consiste, en parte, de la síntesis de proteína endógena y estructural, mientras que la eficiencia de utilización es dependiente no sólo de ella sino también de la cantidad de aminoácidos que están siendo catabolizados (Sklan y Noy, 2004).

El impacto de una alimentación temprana en el peso vivo de pollos broiler a los 39 días de edad se presenta en la Figura 2 (Noy y Sklan, 1998). En un estudio se observó que pollos alimentados tempranamente con distintos tipos de alimento (sólido,

semisólido y líquido una hora después de nacidos) que aportaban entre otros nutrientes, proteína, carbohidratos y lípidos, presentaban pesos vivos superiores a pollos que ayunaron por 34 horas o sólo recibieron agua (Noy y Sklan, 1998).



Fuente: Noy y Sklan, 1998.

Dietas con variados niveles de macronutrientes en pollos durante la primera semana de nacidos, tienen efectos distintos comparados con pollos de mayor edad. Al parecer en los pollos recién nacidos, una vez cubiertos los requerimientos de aminoácidos limitantes y energía, la influencia de la composición de la dieta en el crecimiento después del nacimiento es limitada (Noy y Sklan, 2002).

Resultados obtenidos por Mateos *et al.* (2003) indicaron que ayunos de 48 horas y cambios en la utilización de nutrientes (energía y proteína) o en la fuente principal de energía utilizada (grasas de diferente perfil de ácidos grasos, almidón o sacarosa) del pellet de pre-inicio, pueden afectar a ciertos parámetros digestivos y productivos entre el nacimiento y los 10 días de edad. Sin embargo, ninguno de estos factores afectó a los rendimientos o a los parámetros digestivos posteriormente. Estos resultados concordaron con los obtenidos por Noy y Sklan (2002) que utilizaron una serie de

dietas durante la primera semana de vida en las que variaban ampliamente los niveles de grasa, proteína y celulosa utilizados, observando diferencias en el rendimiento de los pollos a los 7 días, pero no a los 18 días, una vez que todas las aves recibían una dieta común.

Las diferencias en productividad (consumo de alimento, ganancia de peso, conversión de alimento) debidas a cambios nutricionales en el pellet de pre-inicio o al retraso en el acceso al alimento tienden a desaparecer con la edad. A nivel de granjas, donde la edad de los pollitos se mide como días post-alimentación y no cronológicamente, no es de esperar encontrar grandes diferencias en la productividad final asociadas a un retraso moderado en el acceso al alimento. También, parecer ser que una vez cubiertas las necesidades mínimas de los animales, la influencia de la composición del pellet de iniciación sobre el crecimiento posterior del broiler es limitada (Mateos *et al*, 2003).

2.3 Aspectos relevantes de la composición corporal del pollo

Desde un punto de vista energético, la acumulación de tejidos como causante del aumento de peso es consecuencia del exceso de energía consumida por sobre los requerimientos de mantenimiento. Pudiéndose expresar también, a nivel celular, como el momento en que la síntesis de macromoléculas supera a la degradación de las mismas (Soller y Eitan, 1984).

La tasa de retención de proteínas y grasas, como así también su distribución, depende de variables propias del animal (peso, ganancia de peso, edad, sexo, biotipo, estirpe) como de variables externas (alimentación, clima, manejo, estado sanitario). De acuerdo a Webster (1989), si las condiciones externas no son limitantes, el organismo tiene como objetivo acumular en el tiempo una cantidad determinada de proteína tisular, que determina el máximo biológico de crecimiento. Este límite se considera determinado genéticamente. El mismo autor (Webster, 1989) también señala que las variables que afectan la respuesta animal lo hacen en mayor magnitud sobre la cantidad de grasa que sobre la de tejido magro.

La composición química corporal, excluyendo las plumas, cambia a medida que el animal crece. Los cambios más importantes son el aumento del contenido de grasa y la disminución de agua. La composición de la fracción seca libre de grasas se mantiene constante con el crecimiento del ave. En promedio la composición química de un pollo comercial (incluyendo plumas) a los 40 días es de: 65% agua, 19% proteína, 13% lípidos y 3% cenizas (Gous, 1999).

La mayoría de la materia seca de los músculos, que constituye tan solo un 25% del peso húmedo, se encuentra en forma de proteína (Soller y Eitan, 1984). Este tejido contribuye con el 51 % de la proteína total del ave, mientras que el tejido conectivo lo hace con el 23 %, el hígado con el 5%, el plasma con el 3% y el tracto gastrointestinal con el 5% (Klasing, 1993). La síntesis y degradación proteica son procesos energéticamente caros, siendo baja la eficiencia de su deposición. Es decir, que una gran cantidad de proteína se está depositando mientras otro tanto se esta degradando. Pollos seleccionados por una conversión eficiente de la energía dietaria en proteína corporal lograron altas tasas de deposición proteica con bajas tasas de degradación, en comparación con una población control (Klasing *et al.*, 1987).

La constitución y distribución del tejido adiposo depende de la dieta, del peso, de la edad y de la raza, biotipo o estirpe. Su composición varía entre un 70 a un 75% de grasa, 20 a 25% de agua y 6 a 7% de proteína, estando distribuido principalmente en tres regiones: piel y subcutáneo (45%), panículo abdominal (23%) y entre las fibras musculares (31%), de acuerdo a las determinaciones realizadas por Carden *et al.* (1981). El coeficiente de variación para grasa abdominal se encuentra entre un 25 a un 30%, en comparación con el 15 a 20% para grasa total, y en total contraposición con los coeficientes de variación para agua (2%), proteína (3%) y cenizas (8%) (Pym, 1996).

2.4 Harina de pescado

La harina de pescado es un concentrado proteico de origen animal elaborado mediante el cocido y molido de pescado entero crudo y fresco, y de desechos de pescado. Los peces enteros son principalmente pequeños, oleaginosos y huesudos, como por ejemplo la anchoveta y el jurel; estos peces almacenan aceite en su carne. Entre el 10% y 15% de la harina de pescado del mundo es producida de desechos (IFFO, 2007).

La harina de pescado es normalmente un polvo o harina marrón, compuesta normalmente por entre 60% y 75% de proteína, entre 5% y 12% de grasa y entre 10% y 20% de ceniza. Los productores proveen detalles del tipo de materia prima utilizada y del contenido típico de nutrientes. Se han utilizado ampliamente en la alimentación de animales durante las primeras etapas de vida, como fuente proteica de gran excelencia, dado su alto contenido de proteína bruta (60-75%), además de una digestibilidad elevada de la misma (sobre el 80%), y un contenido en grasa rica en ácidos grasos omega-3, DHA (ácido docosahecanoico) y EPA (ácido eicosapentanoico), así como la baja presencia de factores antinutricionales (IFFO, 2007).

Las harinas de pescado y productos derivados similares han sido considerados como buenas fuentes de proteína en la industria avícola. Warnick y Anderson (1968) indicaron que los aminoácidos sulfurados fueron la mayor limitante en las dietas a base de maíz-soya. Esta condición puede ser corregida a través del reemplazo de una porción del aporte proteico que realiza la harina de soya por una derivada de la harina de pescado.

A pesar de las ventajas nutricionales de las harinas de pescado, en los últimos años se ha restringido su uso principalmente por sus elevados precios, junto con una disponibilidad más limitada de producto en el mercado (menor pesca, vedas más prolongadas). Según un estudio de la FAO en 2004 (citado por IFFO, 2007), se estima que en el año 2010 el 80% de la harina de pescado será para su aprovechamiento en

acuicultura, (comparado con el 37 % del año 2000) y en la industria de alimentos para mascotas (IFFO, 2007).

2.5 Hidrolizados de pescado

Algunas industrias, dedicadas a desarrollar suplementos alimenticios, han elaborado algunos preparados para favorecer el desarrollo del intestino y del proceso digestivo o enzimático que en él se efectúa.

BIOCP®¹ es un concentrado de peptonas elaborado en base a pescado entero de alta calidad y fresca, desarrollado para ser empleado como ingrediente en dietas de inicio para cerdos, aves, peces y mascotas (BIOCP®, 2005).

La proteína contenida en BIOCP® ha sido hidrolizada enzimáticamente bajo condiciones controladas, generando proteosas, peptonas, péptidos y algunos aminoácidos libres que serán absorbidos eficientemente en el epitelio intestinal de los animales jóvenes (BIOCP®, 2005).

Investigaciones sugieren que entre las fuentes proteicas de origen animal, los hidrolizados o ensilados proteicos de pescado son ingredientes atractivos para la fabricación, por ejemplo, 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 (Slade y Huber, 1965; Petchey *et al.* 1979; Latrille y Díaz-Castañeda, 1984).

Se sabe que en muchos países donde no se procesa harina de pescado, los ensilados de este recurso han sido empleados como un sustituto de la misma, obteniendo buenos resultados, sin embargo para aplicarlo en alimentación animal es necesario probarlo biológicamente debido a que la calidad e inocuidad del ensilado depende del tipo de materia prima, proceso (químico, biológico u otras), condiciones de almacenamiento y otras (Berenz, 1994).

¹ BIOCP®: Marca registrada perteneciente a PROFISH S.A.

Los hidrolizados proteicos no son solamente una fuente de enriquecimiento alimenticio, sino que las mezclas de péptidos permiten una mejor absorción a nivel intestinal que las proteínas, mejorando el rendimiento metabólico, comparado aún con las mezclas de aminoácidos libres (Durand y Lagoin, 1983).

3. HIPÓTESIS

La inclusión de hidrolizados proteicos de pescado, en dietas de pre-inicio para pollos broiler, mejora los rendimientos productivos y los indicadores de canal de estas aves durante su ciclo comercial.

OBJETIVO GENERAL

Determinar el efecto de la suplementación de las dietas de pre-inicio de pollos broiler con hidrolizados proteicos de pescado sobre indicadores productivos y de canal.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Evaluar el efecto de la suplementación de dos hidrolizados proteicos (BIOCP® y BIOCP PLUS®²), aplicados en las dietas de pre-inicio de pollos broiler, sobre indicadores productivos.
2. Evaluar el efecto de la suplementación de dos hidrolizados proteicos (BIOCP® y BIOCP PLUS®), aplicados en las dietas de pre-inicio de pollos broiler, sobre los indicadores de calidad de canal.

² BIOCP PLUS®: Marca registrada perteneciente a PROFISH S.A.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó 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 11.735, comuna de La Pintana, Santiago.

Se adquirieron 800 pollos broiler machos de 1 día de edad (línea Ross 308) y luego de un procedimiento de estandarización de pesajes quedaron los pollos que se hallaban en un rango comprendido por el promedio del lote ± 2 desviaciones estándar. Se dejaron 690 pollos, los que fueron distribuidos aleatoriamente en 30 corrales de piso con 23 pollos cada uno. Se asignó además un corral extra denominado de reposición, donde se ubicaron pollitos que reemplazaron a aquellos que murieron durante los primeros 3 días del estudio, éstos fueron alimentados con la dieta control del estudio (Tratamiento 1).

El experimento comprendió 5 tratamientos con 6 repeticiones cada uno (corral diferente cada uno). El período experimental fue de 42 días, durante el cual los pollos recibieron los siguientes tratamientos:

Tratamiento 1 (Control sin HP): Pollos alimentados con una dieta control a base de maíz y soya, sin harina de pescado (HP) ni hidrolizado de pescado, de 1 a 10 días de edad.

Tratamiento 2 (Control con HP): Pollos alimentados con una dieta control a base de maíz y soya con HP, sin la adición del hidrolizado de pescado, de 1 a 10 días de edad.

Tratamiento 3 (BIOCP® 3,5%): Pollos alimentados con la misma dieta del grupo control sin HP con la adición de BIOCP® a razón de 3,5% de la ración (35 kg/ton de mezcla), de 1 a 10 días de edad.

Tratamiento 4 (BIOCP® 7%): Pollos alimentados con la misma dieta del grupo control sin HP con la adición de BIOCP® a razón 7,0% de la ración (70 kg/ton de mezcla), de 1 a 10 días de edad.

Tratamiento 5 (BIOCP PLUS® 3,5%): Pollos alimentados con la misma dieta del grupo control sin HP con la adición de BIOCP PLUS® a razón 3,5% de la ración (35 kg/ton de mezcla), de 1 a 10 días de edad.

Durante el período experimental los pollos recibieron 4 dietas distintas:

Dieta	Tipo	Período (días)
1	Pre-inicio	1 – 10
2	Inicio	11 – 21
3	Crecimiento	22 – 35
4	Final	36 - 42

Durante el período de 1 a 10 días las aves recibieron las dietas de acuerdo a los tratamientos programados (**Tabla 1**). Las dietas 2, 3 y 4 fueron las mismas para todas las aves, y se detallan en la **Tabla 2**. La composición de los suplementos BIOCP® y BIOCP PLUS® se presentan en el **Anexo 1**.

Todas las dietas de pre-inicio se formularon isoproteicas e isoenergéticas y fueron peletizadas y quebrantadas de acuerdo al estándar de la industria.

Los pollos se mantuvieron bajo un régimen de alimentación y consumo de agua *ad-libitum*, manteniendo una densidad de 12,5 pollos/m². Los corrales están ubicados en un pabellón experimental con ventilación natural de cortinas laterales. El calor se entregó a través de calefactores a gas con control de temperatura por termostato. Se registró la temperatura ambiental mínima y máxima con termómetros ubicados a nivel de las aves, en el galpón experimental. El régimen de luz artificial que recibieron los pollos fue controlado a través de un temporizador y se basó en el programa indicado en la **Tabla 3**, junto al de temperatura.

Tabla 1. Composición de las dietas de Pre-inicio (1-10 días).

Ingredientes (%)	Dieta Pre-inicio (1-10 días)				
	Tratamientos				
	Control sin HP	Control con HP	BIOCP® 3,5%	BIOCP® 7,0%	BIOCP PLUS® 3,5%
Maíz nacional	49,21	52,16	52,54	53,80	52,93
Soya, afrecho	26,15	24,49	25,87	19,39	23,63
Soya, poroto	12,00	9,34	8,74	3,00	10,96
Pescado, harina	-	6,00	-	-	-
Trigo, afrechillo	2,00	2,00	2,00	7,00	2,00
Maíz, gluten	6,00	2,24	3,15	6,34	3,30
Fosfato defluorinado	1,96	1,41	1,92	1,85	1,92
Aceite vegetal	1,20	1,20	1,00	0,39	1,00
Conchuela	0,54	0,57	0,61	0,70	0,63
Sal	0,17	0,10	0,19	0,12	0,13
Lisina, HCl	0,20	-	-	-	-
Metionina, DI	0,21	0,20	0,19	0,21	0,21
L-Treonina	0,03	0,007	-	-	0,002
Premezcla Vitaminas (1)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Premezcla Mineral (2)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
BIOCP®	-	-	3,5	7,0	-
BIOCP® PLUS	-	-	-	-	3,5
Promotor (3)	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Anticoccidial (4)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Composición Nutricional Calculada					
Proteína, %	24,14	24,12	23,50	23,50	23,50
EMAn, kcal/kg	3000	3000	3000	3000	3000
Lisina, %	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38
Metionina, %	0,600	0,620	0,609	0,607	0,613
Met+Cis, %	1,020	1,013	1,013	1,014	1,013
Triptofano, %	0,272	0,284	0,278	0,260	0,263
Treonina, %	0,952	0,954	0,981	1,021	0,954
Calcio, %	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
P disp., %	0,480	0,480	0,480	0,480	0,480
Sodio, %	0,202	0,197	0,240	0,256	0,225
Cloro, %	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180
Potasio, %	0,988	0,947	0,969	0,841	0,951

(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. Aporte en kg.

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

Tabla 2. Composición de las dietas de Inicio (11-21 días), Crecimiento (22 a 35 días) y Final (36 a 42 días de edad).

Ingredientes (%)	Dietas		
	Inicio	Crecimiento	Final
Maíz nacional	50,41	53,18	57,35
Soya, afrecho	29,10	22,35	15,08
Soya, poroto	14,95	15,85	16,16
Trigo, afrechillo	-	3,00	4,00
Fosfato defluorinado	1,82	1,57	1,23
Aceite vegetal	2,30	2,60	2,80
Conchuela	0,62	0,67	0,67
Sal	0,22	0,22	0,23
Metionina, DI	0,232	0,188	0,148
Premix Vitaminas (1)	0,200	0,200	0,200
Premix Mineral (2)	0,100	0,100	0,100
Promotor (3)	-	0,025	-
Anticoccidial (4)	0,050	0,050	-
Composición Nutricional Calculada			
Proteína, %	22,50	20,23	18,00
EMAn, kcal/kg	3,030	3,080	3,170
Lisina, %	1,186	1,157	1,001
Metionina, %	0,564	0,495	0,428
Met+Cis, %	0,951	0,850	0,760
Triptofano, %	0,282	0,251	0,221
Treonina, %	0,897	0,802	0,726
Calcio, %	0,980	0,900	0,800
P disp., %	0,450	0,400	0,350
Sodio, %	0,211	0,201	0,193
Cloro, %	0,170	0,170	0,180
Potasio, %	1,065	0,972	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.

Tabla 3. Programa de temperatura y luz.

Días de edad	Temperatura (°C)	Nº de horas luz/día	Encendido de luces	Apagado de luces
1 – 2	30 – 32	23	19:00	18:00
3 – 6	29 – 31	19	23:00	18:00
7 – 9	28 – 30	14	4:00	18:00
10 – 12	27 – 29	14	4:00	18:00
13 – 15	26 – 28	14	4:00	18:00
16 – 18	25 – 27	14	4:00	18:00
19 – 21	24 – 26	14	4:00	18:00
22 – 24	24 – 26	14	4:00	18:00
25 – 27	23 – 25	14	4:00	18:00
> 27	22 – 24	14	4:00	18:00

4.1 Mediciones de indicadores productivos

- 1.- Peso vivo grupal a los 1, 10, 21, 35 y 42 días de edad (se informa como peso vivo promedio por pollo).
- 2.- Consumo grupal de alimento, eficiencia de conversión alimenticia (ECA) (calculada como consumo de alimento/ ganancia de peso vivo) y mortalidad acumulada a los 10, 21, 35 y 42 días (se informan como valores promedio por pollo).

4.2 Mediciones de algunos indicadores de calidad de la canal

Al día 10 se tomaron 2 pollos por repetición (12 aves por tratamiento) y se registró: peso de pechuga con hueso (g)

Al finalizar el estudio, en la planta faenadora, se tomaron dos pollos por repetición y se registró:

- 1.- Peso de la canal caliente (g) (Canal sin haber pasado por la máquina enfriadora)
- 2.- Peso de pechuga con hueso (g)
- 3.- Peso del depósito graso abdominal (g) (Grasa acumulada en el abdomen, entre los músculos abdominales, estómago muscular y zona pericloacal)

Con estos datos se calcularon el respectivo rendimiento (%) en relación al peso vivo previo al sacrificio y/o en relación al peso de canal (se informan valores promedio por pollo).

4.3 Análisis de las dietas

Todas las dietas fueron sometidas a un análisis químico proximal, según protocolos estandarizados (AOAC, 2002). Para esto, se obtuvo una muestra representativa de cada una de las dietas correspondientes a los distintos tratamientos

de 1 a 10 días (Pre-inicio) y de los períodos productivos considerados (“Inicio”, “Crecimiento” y “Final”).

4.4 Análisis estadístico

Los resultados se sometieron a un análisis de varianza (ANDEVA) utilizando el programa estadístico SAS (1996). Los valores en porcentaje se transformaron según la función de arcoseno utilizando la ecuación de Bliss, previo al ANDEVA. Las variables que resultaron significativas al ANDEVA ($p < 0,05$) se sometieron a una prueba de Tukey de comparación de medias.

El diseño estadístico consideró el siguiente modelo matemático:

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

Donde:

Y_{ij} = respuesta observada

μ = media poblacional

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

ϵ_{ij} = error

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Indicadores productivos

Tabla 4. Peso vivo promedio \pm desviación estándar de los pollos (g), según tratamiento al inicio del estudio (día 1)

Tratamiento	Peso vivo
1: Control sin HP	41 ($\pm 0,001$)
2: Control con HP	41 ($\pm 0,001$)
3: BIOCP® 3,5%	41 ($\pm 0,001$)
4: BIOCP® 7%	42 ($\pm 0,002$)
5: BIOCP PLUS® 3,5%	41 ($\pm 0,001$)

Tabla 5. Promedios \pm desviación estándar a los 10 días de edad de peso vivo (kg), consumo de alimento (kg) y eficiencia de conversión del alimento (kg)

Tratamiento	Peso vivo	Cons 1-10	ECA 1-10
1: Control sin HP	0,281 ($\pm 0,009$)	0,406 ^{ab*} ($\pm 0,03$)	1,648 ^b ($\pm 0,14$)
2: Control con HP	0,279 ($\pm 0,007$)	0,427 ^{ab} ($\pm 0,02$)	1,712 ^{ab} ($\pm 0,13$)
3: BIOCP® 3,5%	0,281 ($\pm 0,009$)	0,382 ^b ($\pm 0,04$)	1,534 ^b ($\pm 0,18$)
4: BIOCP® 7%	0,270 ($\pm 0,014$)	0,443 ^a ($\pm 0,03$)	1,898 ^a ($\pm 0,16$)
5: BIOCP PLUS® 3,5%	0,285 ($\pm 0,011$)	0,414 ^{ab} ($\pm 0,03$)	1,631 ^b ($\pm 0,09$)

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

Con respecto a los parámetros productivos (**Tabla 5**), se observa que al día 10 se alcanzaron pesos comparables a los mencionados por González (2000). Se hallaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en el consumo de alimento,

presentando un mayor consumo los pollos del tratamiento 4 (BIOCP® 7%) con respecto a los pollos del tratamiento 3 (BIOCP® 3,5%). La eficiencia de conversión de alimento también mostró diferencias significativas ($p < 0,05$), con una peor eficiencia del tratamiento 4 (BIOCP® 7%) respecto a los tratamientos 1 (Control Maíz/Soya), 3 (BIOCP® 3,5%) y 5 (BIOCP PLUS®), los que presentaron un menor valor de ECA, por lo tanto, una mejor eficiencia de conversión alimenticia.

Finalmente, en las **Tablas 6, 7 y 8** se muestran los pesos promedio de los pollos a los días 21, 35 y 42, respectivamente, las variables consumo de alimento y ECA de los distintos períodos (11 a 21 días, 22 a 35 días y 36 a 42 días) y las mismas variables acumuladas a los días 21, 35 y 42.

Tabla 6. Peso vivo (kg) a los 21 días, consumo de alimento (kg) período 11 a 21 días, consumo de alimento (kg) período 1 a 21 días, ECA (kg) período 11 a 21 días y ECA (kg) período 1 a 21 días. Promedios \pm desviación estándar

Tratamiento	Peso vivo	Consumo 11-21 ds	Consumo 1-21 ds	ECA 11-21 ds	ECA 1-21 ds
1: Control sin HP	0,971 ($\pm 0,03$)	1,272 ($\pm 0,04$)	1,678 ($\pm 0,06$)	1,838 ($\pm 0,05$)	1,783 ($\pm 0,05$)
2: Control con HP	0,978 ($\pm 0,03$)	1,211 ($\pm 0,09$)	1,636 ($\pm 0,10$)	1,745 ($\pm 0,17$)	1,734 ($\pm 0,13$)
3: BIOCP® 3,5%	0,974 ($\pm 0,01$)	1,210 ($\pm 0,07$)	1,594 ($\pm 0,07$)	1,738 ($\pm 0,10$)	1,679 ($\pm 0,08$)
4: BIOCP® 7%	0,937 ($\pm 0,05$)	1,157 ($\pm 0,11$)	1,600 ($\pm 0,11$)	1,737 ($\pm 0,17$)	1,780 ($\pm 0,10$)
5: BIOCP PLUS® 3,5%	0,979 ($\pm 0,04$)	1,220 ($\pm 0,06$)	1,635 ($\pm 0,08$)	1,758 ($\pm 0,07$)	1,720 ($\pm 0,04$)

Tabla 7. Peso vivo (kg) a los 35 días, consumo de alimento (kg) período 22 a 35 días, consumo de alimento (kg) período 1 a 35 días, ECA (kg) período 22 a 35 días y ECA (kg) período 1 a 35 días. Promedios \pm desviación estándar

Tratamiento	Peso vivo	Consumo 22-35 ds	Consumo 1-35 ds	ECA 22-35 ds	ECA 1-35 ds
1: Control sin HP	2,317 ($\pm 0,11$)	2,232 ($\pm 0,07$)	3,911 ($\pm 0,12$)	1,942 ($\pm 0,11$)	1,872 ($\pm 0,07$)
2: Control con HP	2,352 ($\pm 0,06$)	2,174 ($\pm 0,05$)	3,810 ($\pm 0,13$)	1,854 ($\pm 0,03$)	1,803 ($\pm 0,06$)
3: BIOCP® 3,5%	2,342 ($\pm 0,04$)	2,226 ($\pm 0,12$)	3,826 ($\pm 0,15$)	1,927 ($\pm 0,10$)	1,820 ($\pm 0,06$)
4: BIOCP® 7%	2,287 ($\pm 0,07$)	2,159 ($\pm 0,04$)	3,758 ($\pm 0,11$)	1,871 ($\pm 0,06$)	1,833 ($\pm 0,06$)
5: BIOCP PLUS® 3,5%	2,342 ($\pm 0,07$)	2,177 ($\pm 0,06$)	3,813 ($\pm 0,14$)	1,881 ($\pm 0,05$)	1,811 ($\pm 0,02$)

Tabla 8. Peso vivo (kg) a los 42 días de edad, consumo de alimento (kg) período 36 a 42 días, consumo de alimento (kg) período 1 a 42 días, ECA (kg) período 36 a 42 días y ECA (kg) período 1 a 42 días. Promedios \pm desviación estándar

Tratamiento	Peso vivo	Consumo 36-42 ds	Consumo 1-42 ds	ECA 36-42 ds	ECA 1-42 ds
1: Control sin HP	3,054 ($\pm 0,09$)	1,621 ($\pm 0,05$)	5,532 ($\pm 0,16$)	2,202 ($\pm 0,13$)	1,952 ($\pm 0,04$)
2: Control con HP	3,085 ($\pm 0,08$)	1,613 ($\pm 0,02$)	5,422 ($\pm 0,15$)	2,205 ($\pm 0,05$)	1,900 ($\pm 0,06$)
3: BIOCP® 3,5%	3,083 ($\pm 0,05$)	1,616 ($\pm 0,05$)	5,445 ($\pm 0,19$)	2,188 ($\pm 0,01$)	1,910 ($\pm 0,04$)
4: BIOCP® 7%	2,995 ($\pm 0,04$)	1,592 ($\pm 0,04$)	5,350 ($\pm 0,12$)	2,231 ($\pm 0,16$)	1,927 ($\pm 0,05$)
5: BIOCP PLUS® 3,5%	3,075 ($\pm 0,10$)	1,586 ($\pm 0,06$)	5,399 ($\pm 0,19$)	2,170 ($\pm 0,10$)	1,898 ($\pm 0,02$)

Los resultados logrados por los pollos, pertenecientes a los diferentes tratamientos, desde el inicio del estudio hasta completar su ciclo productivo, son

comparables a los mencionados por otros autores (Noy y Sklan, 1998; González, 2000) y algunos mencionados por la empresa genética que se señalan más adelante.

Sin embargo, no fue posible evidenciar diferencias significativas a favor de los tratamientos que incluían hidrolizados de pescado; lo que también se reflejó en un estudio realizado por Maucher (2007) donde se evaluaron dos tipos de hidrolizados de pescado y una harina de pescado logrando resultados sin significancia estadística para las variables peso vivo, consumo de alimento y ECA.

Así los pollos alimentados durante la etapa de pre-inicio con BIOCP® incluido en un 7%, obtuvieron numéricamente los menores resultados en peso vivo. En la primera etapa de vida (Tabla 5) fue el tratamiento que registró el mayor consumo de alimento, logrando diferencias estadísticamente significativas respecto a otro tratamiento, este hecho justificaría el desfavorable índice de eficiencia de conversión de alimento obtenido en ese mismo período respecto a otros tres tratamientos, demostrado estadísticamente. Llama la atención que este grupo, en los siguientes controles, numéricamente fue el que menos consumo de alimento registró (excepto en el último donde fue el penúltimo) y el que menor peso logró. Es por eso que quizás el hidrolizado BIOCP® incluido en un 7% de la dieta de pre-inicio, habría producido un efecto adverso en la absorción de nutrientes o aprovechamiento de éstos. Este hidrolizado fue el único en incorporarse en un 7% a la dieta de pre-inicio, otros fueron incluidos en un 3,5% y la harina de pescado en un 6%.

No debe olvidarse que en los primeros días de vida, el pollito aún dispone de nutrientes del vitelo que van progresivamente extinguiéndose y por lo tanto, el ave debe obtener estos nutrientes del alimento que el hombre le entrega en las dietas. Este aspecto es fundamental para que las aves desarrollen su sistema digestivo de manera óptima y consecuentemente la de otros sistemas, lo que favorece la expresión de su máximo potencial de crecimiento que es uno de los objetivos buscado por los productores de la industria avícola de carne.

5.2 Indicadores de calidad de la canal

Tabla 9. Peso vivo al día 10 de edad (g), peso de pechuga (Pech) (g) y su correspondiente porcentaje con respecto al peso vivo de los pollos muestreados (%Pech). Promedios \pm desviación estándar

Tratamiento	Peso vivo	Pech	%Pech
1: Control sin HP	264 ($\pm 13,12$)	38,3 ($\pm 3,31$)	14,52 ^{ab*} ($\pm 1,09$)
2: Control con HP	262 ($\pm 35,16$)	39,4 ($\pm 8,17$)	14,90 ^{ab} ($\pm 1,49$)
3: BIOCP® 3,5%	264 ($\pm 23,53$)	39,8 ($\pm 4,68$)	15,10 ^a ($\pm 1,02$)
4: BIOCP® 7%	252 ($\pm 29,08$)	34,7 ($\pm 4,99$)	13,76 ^b ($\pm 1,07$)
5: BIOCP PLUS® 3,5%	265 ($\pm 29,80$)	40,7 ($\pm 5,48$)	15,37 ^a ($\pm 0,94$)

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

Al día 10 (**Tabla 9**), los pollos alimentados con BIOCP® al 3,5% (tratamiento 3) y los que consumieron dietas con BIOCP PLUS® al 3,5% (tratamiento 5), lograron un porcentaje de pechuga superior estadísticamente ($p < 0,05$) al grupo tratado con BIOCP® al 7%. Este hecho que se muestra interesante, desgraciadamente desaparece y no se refleja en absoluto a la edad comercial de faenamiento.

Tabla 10. Pesos vivo (g), de pechuga (Pech) (g), canal (g), grasa abdominal (GAbd) (g) al día 43 y su correspondiente porcentaje con respecto al peso vivo del pollo (%Pech, %Can y %GAbd). Promedios \pm desviación estándar

Tratamiento	Peso vivo	Pech	%Pech	Canal	%Can	GAbd	%GAbd
1: Control sin HP	3022 ($\pm 141,73$)	688,92 ($\pm 38,82$)	22,80 ($\pm 0,78$)	2304 ($\pm 105,38$)	76,25 ($\pm 1,09$)	57,57 ($\pm 7,61$)	1,91 ($\pm 0,25$)
2: Control con HP	3056 ($\pm 209,67$)	718,60 ($\pm 71,28$)	23,49 ($\pm 1,16$)	2328 ($\pm 172,40$)	76,16 ($\pm 1,10$)	63,05 ($\pm 14,35$)	2,08 ($\pm 0,49$)
3: BIOCP® 3,5%	3021 ($\pm 136,87$)	688,08 ($\pm 40,05$)	22,78 ($\pm 0,86$)	2295 ($\pm 106,55$)	75,98 ($\pm 0,91$)	55,36 ($\pm 9,97$)	1,83 ($\pm 0,31$)
4: BIOCP® 7%	3047 ($\pm 203,97$)	693,83 ($\pm 73,48$)	22,73 ($\pm 1,18$)	2336 ($\pm 164,90$)	76,66 ($\pm 0,81$)	62,42 ($\pm 13,05$)	2,04 ($\pm 0,35$)
5: BIOCP PLUS® 3,5%	3091 ($\pm 173,49$)	690,66 ($\pm 64,32$)	22,32 ($\pm 1,21$)	2340 ($\pm 147,72$)	75,67 ($\pm 1,17$)	59,81 ($\pm 12,31$)	1,92 ($\pm 0,32$)

En la **Tabla 10**, se observa que al día 43 no hubo diferencias ($p>0,05$) entre los diferentes tratamientos para las distintas mediciones y sus rendimientos respecto al peso vivo.

Es interesante destacar que los pollos crecieron todos a un ritmo impresionante, logrando pesos finales por sobre los 3 kilos, lo que es superior a los estándares comerciales de granjas de terreno y a lo indicado por la empresa genética (Aviagen®³) para la línea Ross 308. Este es un indicador de lo adecuado que fue este estudio, donde las aves lograron expresar su máximo potencial productivo de crecimiento.

La empresa genética Aviagen® señala en sus objetivos de rendimientos para pollos broiler machos Ross 308, que a la edad de 42 días pesan desde 2,867 kg y la relación peso pechuga sobre peso vivo cuando pesan 3,000 kg es de un 19,61%, siendo las del presente estudio sobre el 22% para todos los tratamientos. Sin embargo, las aves lograron ser menos eficientes en la conversión de alimento.

En el presente estudio, la casi total ausencia de diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos para todas las edades estudiadas, debe interpretarse como que las dietas ofrecidas a las aves, poseían bondades nutricionales comparables, de modo que todas ellas lograron padrones de impacto en el crecimiento, del todo semejantes, sin diferenciarse entre aquellas dietas que incluían hidrolizados de pescado, harina de pescado de excelente calidad ni con el tratamiento control base maíz-soya sin recursos de origen marino.

Probablemente existan componentes de las metodologías aplicadas en la elaboración de estos hidrolizados de origen marino, que aún no han sido manejados de óptima manera para lograr un control adecuado de las variables que participan en su fabricación.

Por ello es importante recordar que la calidad de estos productos depende, entre otros, del control de procesos químicos como el manejo de ácidos y sus respectivas dosificaciones; de procesos biológicos como la manipulación de diferentes enzimas; de procesos físicos como el control de presión, humedad y temperatura de las

³ Aviagen®: Empresa genética proveedora de la línea Ross 308.

maquinarias; así también de la selección de la materia prima a utilizar, todo esto con el fin de obtener un producto con interesantes propiedades como pequeño tamaño de partículas, adecuada solubilidad y granulometría, patrón aminoacídico y digestibilidad adecuados, entre otros, elementos que se espera favorezcan el aprovechamiento de los hidrolizados de pescado en la nutrición animal.

5.3 Análisis de las dietas

En el siguiente cuadro se muestra la composición química proximal de las diferentes dietas utilizadas en el estudio, expresadas en porcentaje (%)

Análisis Químico Proximal*	Control sin HP	Control con HP	BIOCP ® 3,5%	BIOCP ® 7%	BIOCP PLUS® 3,5%	Inicio	Crecim.	Final
Proteínas Totales	23,47	23,75	23,48	23,49	23,16	21,20	18,80	17,47
Grasa Total	6,20	6,16	6,54	5,74	5,65	7,69	8,46	9,62
Cenizas	6,52	5,61	6,22	6,72	6,19	6,46	5,46	5,20
Fibra Cruda	2,45	2,93	2,60	2,57	2,48	2,82	2,57	2,55
Humedad	12,54	12,57	11,75	12,53	12,27	12,31	12,68	12,07

* Todos los análisis fueron realizados en Laboratorio LABSER, Rancagua.

La información de composición química proximal de las dietas, refleja valores analíticos bastante semejantes a los presentados en las Tablas 1 y 2, salvo la dieta de crecimiento.

5.4 Mortalidad

El siguiente cuadro representa la mortalidad acumulada por tratamiento expresada como porcentaje (%).

Tratamiento	1-10 días	11-21 días	22-35 días	36-42 días	1-42 días
1: Control sin HP	0	0,8	0	0	0,8
2: Control con HP	2,2	0	0	0	2,2
3: BIOCP® 3,5%	2,2	1,7	0	0	3,9
4: BIOCP® 7%	0,8	0	0,8	0	1,6
5: BIOCP PLUS® 3,5%	1,5	0,8	0	0	2,3

La mortalidad observada en el estudio es absolutamente normal y compatible con las cifras de productividad logradas en el ensayo. Los informes de necropsia corroboraron que las causales de mortalidad fueron básicamente “muerte súbita”, entidad que sabemos se asocia al elevado crecimiento que logran algunas aves durante su ciclo productivo.

6. CONCLUSIONES

1. Los resultados productivos logrados por los pollos de todos los tratamientos evaluados pusieron en evidencia los elevados rendimientos obtenidos, siendo del todo comparables a los logrados en las granjas avícolas comerciales del sector.

2. Los hidrolizados de pescado probados a diferentes niveles de inclusión en las dietas de pre-inicio, no lograron producir efectos beneficiosos y superiores demostrables estadísticamente en comparación a los rendimientos logrados por pollos de grupos controles con harina de pescado y sin insumos de origen marino, al término del ciclo productivo.

3. Los resultados alcanzados por los pollos del tratamiento que incluía BIOCP® al 7% en la dieta de pre-inicio, no respaldan ese nivel de inclusión cuando se le compara con su incorporación al 3,5% de la dieta.

4. Es necesario efectuar futuras investigaciones para continuar estudiando los beneficios esperables de productos “hidrolizados de pescado”, que deberían lograr ventajas productivas por sobre los grupos controles.

7. BIBLIOGRAFÍA

- **ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC)**. 2002. Official Methods of Analysis. 17ª Ed. Editado por Dr. William Horwitz. EEUU.
- **AUSTIC, R.E.** 1985. Development and adaptation of protein digestion. Journal of Nutrition. 15: 686-697.
- **AVIAGEN®**, 2008. [en línea]". Ross 308 Broiler: Performance Objectives. Aviagen Incorporated, USA. <www.aviagen.com/output.aspx?sec=2609&con=3592&siteId=2> [consulta: 14-03-2008]
- **BERENZ, Z.** 1994. Utilización del ensilado de residuos de pescado en pollos. **En:** Taller "Tratamiento y utilización de desechos de origen animal y otros desperdicios en la ganadería". FAO. La Habana, Cuba. Septiembre 5-8, 1994.
- **BEST, E.** 1966. The changes of some blood constituents during the initial post-hatching period in chickens. II. Blood total ketone bodies and the reduced glutathione/ketone body relationships. British Poultry Science. 7: 23-28.
- **BIOCP®**, 2005. [en línea]. <<http://www.biocp.com/espanol/caracteristicas.htm>>[consulta: 22-11-2005]
- **CARDEN, A; GOENAGA, P; SHANG, M.** 1981. Efectos de sexo y raza sobre la composición corporal en pollos parrilleros. II. Distribución del músculo y de la grasa. Producción Animal. 7: 363-370.
- **DURAND, P; LAGOIN, Y.** 1983. Valorisation des sous-produits de la pêche. Bulletin. Institut Pêches Maritimes. 330: 5-19.

- **GONZÁLEZ, J.** 2000. Influencia de algunas características de composición de ingredientes alimenticios en la productividad del broiler. XI Congreso Nacional de Medicina Veterinaria. [en línea] <<http://www.veterinaria.uchile.cl/publicacion/congreso/profesional/aves/3.doc>> [consulta: 08-11-2005].

- **GOUS, R.** 1999. Genotype-environmental interactions in laying hens. Memorias de la Jornada de Nutrición y Genética en Aves de Producción. Buenos Aires, Argentina. pp. 31-42.

- **INTERNATIONAL FISHMEAL AND FISH OIL ORGANISATION (IFFO).** 2007. [en línea] <<http://www.iffonet/default.asp?fname=1&sWebldiomas=2&url=267>> [consulta: 24-04-2007].

- **KATANBAF, M; DUNNINGTON, E; SIEGEL, P.** 1988. Allomorphic relationships from hatching at 56 days of age in parental lines and F₁ crosses of chickens selected 27 generations for high or low body weight. Growth, Development and Ageing. 52: 11-22.

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

- **KLASING, K; JARRELL, V; CALVERT, C.** 1987. Protein synthesis and degradation in muscles from fast and slow-growing chickens. Poultry Science. 66: 1189-1196.

- **KLASING, K.** 1993. Nutritional regulation of protein accretion in chickens. Proceedings of the Symposium Novus Internacional. México. pp: 63-70.

- **KREHBIEL, C.R; MATTHEWS, J.C.** 2003. Absorption of amino acids and peptides. En: D`Mello, J. P. F. Amino Acids in Animal Nutrition. 2ª Ed. Cabi Publishing. London, UK. pp: 41-70.

- **LATRILLE, L; DÍAZ-CASTAÑEDA, M.** 1984. New ingredients for calf milk replacers. En: Proc. Nutr. Day Conference. Mac Donald College. Québec, Canadá. pp: 94-106.

- **LEESON, S; SUMMERS, J.** 2001. Digestion and nutrient availability. **En:** Scott's Nutrition of the Chicken. 4th Ed. University Books. Ontario, Canadá. pp: 7-14.

- **MACARI, M; MAIORKA, A.** 2001. Aspectos fisiológicos de la calidad Intestinal pre y post-eclosión y la productividad en pollos de engorde. **En:** Anais da AMEVEA, 2001, Bogotá. Colombia. Vol. 1. p. 136.

- **MARCHAIM, U; KULKA, R.G.** 1967. The non-parallel increase of amylase, chymotrypsinogen, and procarboxypeptidase in the developing chick pancreas. Biochemica et Biophysica Acta. 146: 553-559.

- **MATEOS, G.G; LÁZARO, R; GRACIA, M.I.** 2003. Modificaciones nutricionales y problemática digestiva en aves I. Revista Producción Animal. 187: 22-33.

- **MAUCHER, K.** 2007. Evaluación de dos hidrolizados proteicos de pescado solos y mezclados con proteína vegetal de dos orígenes, sobre los rendimientos productivos y económicos de pollos broiler. Tesis Médico Veterinario. Santiago, Chile. U. de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. 63 h.

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

- **NIR, I; LEVANON, M.** 1993. Effect of posthatch holding time on performance and on residual yolk and liver composition. Poultry Science. 72: 1994-1997.

- **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. Nutrición de aves en los primeros días de vida. **En:** XV Curso de Especialización FEDNA: "Avances en Nutrición y alimentación animal". Madrid, España. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. pp: 113-124.

- **NOY, Y; SKLAN, D.** 2002. Nutrition use in chicks during the first week posthatch. Poultry Science. 81: 391-399.

- **OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS (ODEPA).** 2006. [en línea] <<http://www.odepa.cl>> [consulta: 21-10- 2006]

- **OVERTON, J; SHOUP, J.** 1964. Fine structure of cell surface specialisation in the maturing duodenal mucosa of the chick. Journal of Cellular Biology. 21: 75-85.

- **PETCHEY, A.M; OWEN, J.B; MACKIE, I.M; RITCHIE, A.H; ORSKOV, E.R.** 1979. A comparison of undried and dried fish protein hydrolysate as a protein source for calf milk replacers. Animal Production. 28: 191-198.

- **PYM, R.** 1996 Selection for feed efficiency and increased lean tissue growth rate in meat chickens. Proceedings of the XX World's Poultry Congress. 1: 469-478.

- **RIVAS, T.** 2007. Mercado de la carne de ave. Boletín "Mercados agropecuarios". N° 177, Abril 2007. - [en línea] <<http://www.odepa.cl>> [consulta: 24-05-2007].

- **SELL, J; ANGEL, C; PIQUER, F; MALLARINO, E; ALBATSHAN, H.** 1991. Developmental patterns of selected characteristics of the gastrointestinal tract of young turkeys. Poultry Science. 70: 1200-1205.

- **SEMENZA, G.** 1986. Anchoring and biosynthesis of stalked brush border membrane protein: glycosidases and peptidases of enterocytes and of renal tubuli. Ann. Rev. Cell Biol. 2: 255-313.

- **SKLAN, D.** 2000. Development of the digestive tract of poultry. XXI World Poultry Congress. Montreal, Canadá. August 21-24, 2000.

- **SKLAN, D; NOY, Y.** 2004. Catabolism and deposition of amino acids in growing chicks: Effect of dietary supply. Poultry Science. 83: 952-961.

- **SLADE, L.M; HUBER, J.T.** 1965. Substitution of fish flour protein for skim milk protein in milk replacers for the young calf. Journal of Dairy Science. 48: 788.

- **SOLLER, M; EITAN, Y.** 1984. Why does selection for liveweight gain increase fat deposition? A model. World's Poultry Science Journal. 40: 5-9.

- **STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM (SAS).** Copyright (c) 1989-1996. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.(r) Proprietary Software Release 6.12 TS020. Licensed to Universidad De Chile, Site 0039781028.

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

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

- **WEBSTER, A.** 1989. Bioenergetics, bioengineering and growth. Animal Production. 48: 249-269.

8. ANEXOS

Anexo 1. Composición nutricional de los suplementos BIOCP® y BIOCP PLUS® ⁽¹⁾

(los valores de los aminoácidos están expresados como porcentaje de la proteína del producto)

Análisis	BIOCP®	BIOCP PLUS®
Proteína	67,8 %	83,9 %
Grasa	22,0 %	2,6 %
Ceniza	5,66 %	8,2 %
Humedad	5,23 %	4,1 %
Ácido aspártico	10,57	10,50
Serina	3,88	3,91
Ácido glutámico	13,20	14,78
Glicina	7,14	5,95
Histidina	4,12	6,21
Arginina	6,28	6,43
Treonina	4,61	4,55
Alanita	6,57	6,75
Prolina	4,86	4,18
Tirosina	3,15	2,79
Valina	5,19	4,66
Lisina	7,61	9,16
Isoleucina	4,35	3,70
Leucina	7,21	6,86
Fenilalanina	4,10	3,11
Cistina	0,84	0,91
Metionina	2,43	2,30
Triptofano	0,88	0,66
Taurina	1,05	1,66

(1): Información aportada por la empresa privada.