

UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HEREDIA

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia



“Efecto de un concentrado soluble de pescado sobre los parámetros productivos e inmunológicos en pollos de engorde”

Tesis para optar por el Título Profesional de:
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Andrea Gabriela Carrasco Torres
Bachiller en Medicina Veterinaria y Zootecnia

Lima, Perú

2021

Dedico esta tesis a mis padres, Luis Antonio Carrasco y Winifred Torres, por su apoyo, motivación constante y amor incondicional que me permitieron cumplir un objetivo más en mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer al Programa Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura (PNIPA), por el financiamiento de esta tesis, mediante el proyecto PNIPA-PES-SIADE-PP-000038 “Nuevos usos para el concentrado de solubles de pescado como agente inmunoestimulante y de crecimiento en organismos modelos vivos”.

ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate the effect of a Soluble Fish Concentrate (CSP) on the productive and immunological parameters in broiler chickens up to 30 days of age. 240 one day old male chicks (COBB 500) were used, distributed under a completely randomized design with 6 treatments with 5 repetitions per treatment and 8 birds per repetition. Each treatment (experimental diet) was made based on a commercial diet and contained different concentrations of CSP: T2 = 0.5g/kg, T3 = 1g/kg, T4 = 2.5g/kg, T5= 5g/kg, T6 = 10g/kg and T1 = 0g/kg (control treatment without addition of CSP). The normality of the variances of the quantitative variables was analyzed through the Shapiro Wilk test. Then, if the assumptions of normality were fulfilled, the one-way análisis of variance (ANOVA) was used and the Bonferroni test was used for the differences between means. For the parameters that did not comply with the normality assumptions, the Kruskal- Wallis test was used, with a significance level of 95%. No significantly positive improvements were found in productive behavior for the variables Weight gain, Food Consumption and Food conversion; for the immunological parameters, there was no significant difference at day 21. However, a difference was found at day 28 in 3 parameters (IL2, IgA, NC titers). For IL2, T6 differed with respect to T1, for IgA T4 and T6 stood out, in the same way for NC T5 and T6. Being T6 the only treatment that excelled in the 3 parameters where statistical difference was found. It is concluded that the addition of CSP does not bring improvements in the productive parameters added in the diet of broilers; however, T6 had a positive effect on the immunological parameters with respect to its control (T1).

Key words: soluble fish concentrate, immunostimulant, productive performance, broilers

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de un Concentrado Soluble de Pescado (CSP) sobre los parámetros productivos e inmunológicos en pollos de engorde hasta los 30 días de edad. Se emplearon 240 pollitos BB machos de 1 día de edad de la línea Cobb 500 distribuidos bajo un diseño completamente aleatorizado con 6 tratamientos con 5 repeticiones por tratamiento y 8 aves por repetición. Cada tratamiento (dieta experimental) estaba elaborado a base de una dieta comercial y contenía diferentes concentraciones del CSP: T2 = 0.5g/kg, T3 = 1g/kg, T4 = 2.5g/kg, T5 = 5g/kg, T6 = 10g/kg y T1 = 0g/kg (tratamiento control, sin adición del CSP). Se analizó la normalidad de las varianzas de las variables cuantitativas a través de la prueba de Shapiro Wilk. Luego, de cumplir con los supuestos de normalidad, se empleó el análisis de varianza de una vía (ANOVA) y para las diferencias entre medias se empleó el test de Bonferroni. Para los parámetros que no cumplían con los supuestos de normalidad se usó la prueba de Kruskal-Wallis, con un nivel de significancia del 95%. No se encontraron mejoras significativamente positivas en el comportamiento productivo para las variables Ganancia de peso, Consumo de Alimento y Conversión alimenticia; para los parámetros inmunológicos no hubo diferencia significativa al día 21. Sin embargo, sí se encontró diferencia al día 28 en 3 parámetros (IL2, IgA, Títulos de NC). Para IL2 el T6 difirió respecto a T1, para IgA T4 y T6 sobresalieron, de igual forma para NC T5 y T6. Siendo T6 el único tratamiento que sobresalió en los 3 parámetros donde se encontró diferencia estadística. Se concluye que, la adición del CSP no trae consigo mejoras en los parámetros productivos adicionados en la dieta de pollos de carne; sin embargo, el T6 tuvo un efecto positivo en los parámetros inmunológicos con respecto a su control (T1).

Palabras clave: concentrado soluble de pescado, inmunoestimulante, rendimiento productivo, pollos de engorde

INTRODUCCIÓN

La producción de pollos de carne en Perú presenta un crecimiento constante y sostenible en los últimos años, siendo la fuente proteica animal más consumida por los peruanos, habiendo alcanzado un consumo per cápita de 51.14 kg para el año 2019 con respecto a los 49.45 kg del año 2018. Esta demanda se debe principalmente a los gustos y preferencias del consumidor peruano y al precio asequible que posee la carne del pollo broiler en comparación de otros tipos de carne como el cerdo y res, entre otras (MINAGRI, 2019). En este contexto, se ha generado la necesidad de producir más carne de pollo en el menor tiempo posible con un menor costo de producción. Para lograr estos objetivos, la nutrición, sanidad y manejo medio ambiental son los tres pilares fundamentales a considerar para que el pollo de carne (broiler) pueda expresar su potencial genético (Cobb, 2013).

El éxito en la producción avícola se basa en maximizar la producción de carne de ave a una mejor conversión alimenticia, ya que el alimento representa alrededor del 70% del costo de producción (Llaque, 2009). Razón por la cual, es esencial una correcta formulación de la dieta, la cual debe cumplir con los requerimientos básicos de las aves en términos de energía, proteína, vitaminas y minerales para lograr una mejor conversión alimenticia y ganancia de peso al menor costo posible. El primer requisito a cubrir es la Energía Metabolizable (EM), siendo el maíz, el principal insumo utilizado en la formulación de dietas de broiler que cubren la EM (Leeson y Summers, 2008); así mismo, para llegar a los requerimientos energéticos (kcal) que cada etapa demanda se adicionan aceites a la dieta, tales como aceite de palma y soya (Church *et al.*, 2002).

La crianza intensiva de pollos broiler se divide en cuatro etapas, cada una de las cuales demanda distintos requerimientos nutricionales (Inicio – Finalizador). Así, mientras el porcentaje de proteína cruda disminuye, la cantidad de energía metabolizable en kilocalorías aumenta (Cobb-

Vantress, 2018). En el proceso de engorda se necesitan ácidos grasos de excelente calidad y suficiente energía disponible para que se puedan movilizar a través de la circulación sanguínea, transformando los aminoácidos disponibles en lipoproteínas y formar masa muscular magra. (Leeson y Summers, 2008). Por otro lado, se ha demostrado que la nutrición e inmunidad en aves se encuentra estrechamente relacionado. El desarrollo de los órganos linfoides se ve afectado por deficiencias de aminoácidos esenciales (AAE), esto conlleva a una inmunosupresión en aves (Kwak et al., 1999). Existe una relación directa entre la ingesta óptima de nutrientes en cada etapa de crecimiento y el desarrollo del sistema inmune, de allí que ante una carencia de nutrientes los órganos inmunitarios secundarios no se desarrollan y queda reducida la capacidad de respuesta inmunológica contra los patógenos existentes en el medio (Mateos *et al.*, 2000).

En la alimentación de aves, para una correcta síntesis de proteínas se utilizan tanto Aminoácidos No Esenciales (AANE) como Esenciales (AAE) (Kleyn, R, 2013). Las fuentes proteicas pueden ser de origen vegetal o de origen animal. Estas últimas son consideradas superiores por la cantidad de AAE disponibles para una correcta absorción y transporte del tracto gastrointestinal para su posterior metabolización hepática (McDonald y Edwards, 2013). En la nutrición aviar, el uso de insumos de calidad superior se verá reflejado en la mejora de los parámetros productivos, destacando entre ellos los AAE limitantes adicionados a las dietas como la L-Lisina (LL) y L-Metionina (LM) (Cuca y Ávila, 1978; Rostagno, S. 2017).

Existen diversas investigaciones que respaldan los beneficios productivos de la harina de pescado en dietas para aves (Valerezo, 2015; Coronel, 2015). Este insumo posee aproximadamente 65% de proteína cruda (PC), siendo una excelente fuente proteica para suplementación y formulación de dietas comerciales de pollos broiler por su aporte significativo de LL y LM (Gómez, 2010); asimismo, es rica en vitaminas, minerales, Omega 3 y 6 (Henriquez, 2008). No obstante, a pesar de su gran valor nutritivo, la adición de este insumo en la dieta de aves es limitado por el olor y sabor a pescado que pueden ser transmitidos a la carne cuando el uso de este insumo es por largo tiempo y en concentraciones elevadas (Rios, 2008).

De esta forma, se vienen desarrollando subproductos a partir de la hidrólisis del pescado, eliminando los factores transmitidos hacia la masa muscular como el olor y sabor a pescado. De la misma forma, se presentan como una alternativa para optimizar y reducir el volumen de residuos sólidos generados durante el procesamiento del pescado (Henriquez, 2008). La producción de hidrolizados de proteína de pescado puede darse por tratamientos químicos o enzimáticos que dan lugar a productos completamente solubles, con altos niveles de proteína y bajo contenido graso (Montero-Barrantes, 2021), cabe resaltar que la hidrólisis enzimática posee mayores beneficios, la cual se logra por la acción de una enzima proteolítica, reduciendo la aparición de reacciones adversas que afecten el valor nutricional del producto (Gómez, 2010).

Wortzman (2010); expone que los hidrolizados proteicos son importantes para la formulación de dietas enterales ya que, al no pasar por una digestión enzimática permiten una absorción directa de aminoácidos y péptidos bioactivos desde el tracto gastrointestinal a la circulación sanguínea, a diferencia de los aminoácidos libres de proteínas intactas que requieren energía. En los hidrolizados de pescado, se ha demostrado que se obtienen aminoácidos libres, di- y tripéptidos; los cuales por su bajo peso molecular son absorbidos de una forma eficaz por la circulación enterohepática (Henriquez, 2008). Los hidrolizados de pescado pueden alcanzar una concentración proteica de 70% con un 99% de digestibilidad (Anexo 1), pudiendo ser utilizados como suplemento alimenticio para dieta de pollos broiler; además de facilitar una adecuada gestión de los desechos producidos por la industria de la harina de pescado (Ibarra, 2019).

El concentrado soluble de pescado (CSP) es un residuo generado del procesamiento de la harina de pescado (HP), es un hidrolizado rico en proteína soluble, péptidos, vitaminas y minerales (Ibarra, 2019). El licor de prensa es la materia prima del CSP, el cual es obtenido a través del prensado húmedo de la HP, posee agua, aceites y sólidos solubles e insolubles; los cuales, a través del proceso de centrifugación, se separan en sólidos en suspensión (parte sólida) del aceite (parte acuosa), que es el agua de cola. Esta última debe ser procesada de inmediato (concentrada por

evaporación), ya que se deteriora con facilidad, sacando las impurezas del aceite para obtener una “torta”. (Ortiz, 2003).

La información sobre el uso del CSP aún es escasa; sin embargo, se ha recopilado información relevante sobre su impacto positivo principalmente en acuicultura, las cuales no han sido obtenidas a partir de estudios científicos, si no mediante reportes e informes almacenados a través de los años en la base de datos de la empresa Pesquera Diamante S.A. Cabe mencionar que el CSP es un hidrolizado de los subproductos de la elaboración de harina de pescado, lo que respalda su efecto positivo, por la calidad de proteína que posee que es altamente asimilable, trayendo consigo mejoras en la respuesta inmunológica (estimulación de respuesta humoral y celular) y en las etapas de crecimiento animal (Ibarra, 2019).

El efecto de la suplementación con hidrolizados proteicos de pescado en dietas de pollos comerciales sobre los parámetros productivos ha sido evaluado en estudios previos. Autores como Rios (2008); Henriquez (2008) y Gómez (2010); no encontraron efectos positivos sobre los parámetros productivos: peso final, consumo de alimento e índice de conversión alimenticia al adicionar hidrolizados de pescado a diferentes concentraciones en dietas de preinicio; sin embargo, analizaron indicadores económicos (costo alimentario y margen bruto), concluyendo que trae consigo efectos positivos y superiores, lo que en términos económicos resultan beneficiosos para el productor.

El objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar el efecto del CSP adicionado en el alimento sobre el comportamiento productivo (ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia) y el efecto inmunoestimulante (IL1, IL2, TNF, IgG, IgA, Títulos Newcastle) en pollos de engorde criados hasta los 30 días de edad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de estudio

El estudio se desarrolló en el centro experimental de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FAVEZ) de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (UPCH), ubicado a la altura del km 37.5 de la Panamericana Sur, en el distrito de Lurín, departamento de Lima (P46P+FJV, Lurín 15823, Perú). El procesamiento de las muestras se realizó en el laboratorio de Nutrición Animal e Inocuidad Alimentaria en Veterinaria de FAVEZ-UPCH, ubicada en el distrito de San Martín de Porres, Lima.

Diseño del estudio

El estudio fue de tipo experimental. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar con seis tratamientos, cinco repeticiones y ocho aves por repetición. Se emplearon 240 pollitos BB machos de 1 día de edad de la línea Cobb 500 con un peso promedio de 50.8 g, provenientes de un mismo lote de reproductoras. Las aves fueron vacunadas al primer día de edad en la planta de incubación contra las enfermedades de Marek y Gumboro (Vaxxitek® HVT + IBD); Bronquitis infecciosa (Bioral H120®) y enfermedad de Newcastle (Avinew® Frozen).

El experimento tuvo una duración de 30 días y fue desarrollado entre los meses de octubre y noviembre del 2019. Las temperaturas manejadas dentro del galpón oscilaron desde los 33°C en la recepción, hasta temperaturas ambientales menores en la semana 5 (Cuadro 1).

Cuadro 1: Temperatura y humedad ambiental

Días	Temperatura	Humedad
Semana 1	T _{min} = 30.3°C T _{max} = 33.4°C	H _{min} = 44% H _{max} = 50%
Semana 2	T _{min} = 27.5°C T _{max} = 31.8°C	H _{min} = 44% H _{max} = 50%
Semana 3	T _{min} = 24.4°C T _{max} = 27.3°C	H _{min} = 50% H _{max} = 57%
Semana 4	T _{min} = 21.5°C T _{max} = 23.9°C	H _{min} = 50% H _{max} = 60%
Semana 5	T _{min} = 20.2°C T _{max} = 21.2°C	H _{min} = 50% H _{max} = 68%

Manejo de unidades experimentales

Las aves fueron alojadas en cinco baterías experimentales de cinco pisos cada una. La densidad de crianza fue de 16 pollos por piso en cada batería, divididos en dos partes por piso. Cada una comprendía un área de 0.56 m² formando una unidad experimental de ocho aves. El piso superior e inferior no fueron utilizados. Cada unidad experimental contaba con comederos lineales en la parte exterior, dos bebederos tipo niple a diferentes alturas en la parte interna y un estercolero de plancha galvanizada. El manejo de la temperatura ambiental fue controlado por medio de campanas de calefacción a gas y la ventilación por medio de cortinas. La verificación de la temperatura se hizo con dos termohigrómetros ubicados en la zona más cercana a las cortinas y en el centro del galpón.

El encasamiento de las aves se realizó bajo una temperatura promedio de 32 °C. El galpón experimental tenía un vacío sanitario de cinco meses, y estuvo previamente desinfectado y ambientado para la llegada de los pollitos BB. Se aseguró que todos los pollitos BB tuvieran acceso a la comida y agua al primer día; siendo el día 2 en el cual se realizó una medición de buche con un 95% lleno. El alimento fue suministrado una vez al día y la cantidad fue calculada con base al consumo de los ocho pollos por jaula hasta los 30 días de vida. Los comederos eran movidos tres veces al día para estimular el consumo. Durante los primeros 10 días de edad se emplearon comederos tipo tolva de inicio y a partir del día 11 se utilizaron los comederos lineales de las jaulas. Para el suministro de agua primero se utilizó el niple de menor altura y al día 14 se selló, quedando a disposición únicamente el niple de mayor altura. La limpieza de los estercoleros era realizada cada dos días y la del galpón de forma diaria.

La dieta base fue formulada según las tablas brasileñas para aves y cerdos establecidas por Rostagno (2017), cumpliendo los requerimientos nutricionales recomendados para la línea Cobb 500 de acuerdo con cada etapa de producción (Cobb-Vantress, 2018). Para la crianza se emplearon cuatro dietas comerciales para cada etapa: preinicio (1 a 10 días de edad), inicio (11-20 días de edad), crecimiento (21-25 días de edad) y finalizador (25-30 días de edad). La

composición de cada dieta se presenta en el Anexo 2. El agua de bebida fue clorada (5 ppm de cloro). El agua y el alimento fue suministrado *ad libitum*.

Tratamientos experimentales

Se emplearon seis tratamientos, un tratamiento control y cinco tratamientos con diferentes concentraciones del Concentrado Soluble de Pescado (CSP).

- Tratamiento 1 (T1): Dieta control sin CSP
- Tratamiento 2 (T2): Alimento con CSP a 0.5 g/kg
- Tratamiento 3 (T3): Alimento con CSP a 1 g/kg
- Tratamiento 4 (T4): Alimento con CSP a 2.5 g/kg
- Tratamiento 5 (T5): Alimento con CSP a 5 g/kg
- Tratamiento 6 (T6): Alimento con CSP a 10 g/kg

Concentrado soluble de pescado (CSP)

Es un residuo generado de la elaboración de harina de pescado (Imagen 1), fisicoquímicamente se caracteriza por ser hidrosoluble, de allí que reacciona rápidamente ante la humedad. El CSP usado en el estudio fue elaborado por la empresa Pesquera Diamante S.A, perteneciente al lote 1366. Fue incluido en diferentes concentraciones sobre la dieta base de las aves.

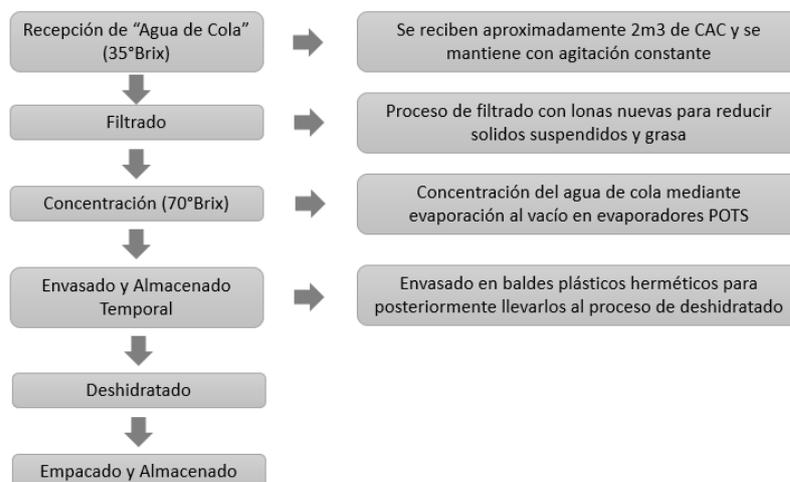


Imagen 1: Optimización de flujo de proceso del CSP (Ibarra, 2019.)

Parámetros productivos

En el estudio se evaluaron los siguientes parámetros productivos (Trómpiz, 2011; Acosta, 2015).

Ganancia de peso total (GPT) (g):

Se determinó el peso promedio de todas las aves pertenecientes a una misma unidad experimental al día 1 de edad lo que se determinó como Peso Inicial (PI). Asimismo, se pesaron a los 30 días de edad para determinar el Peso Final (PF). Con base a estos dos pesos se determinó la ganancia de peso total (GPT), expresado en gramos, según la siguiente fórmula.

$$GPT(g) = PF - PI$$

Consumo de alimento total (CAT) (g):

El CAT es la diferencia entre el alimento suministrado y el alimento residual de cada repetición en los 30 días que duró el experimento, expresado en gramos.

$$CAT(g) = \text{Alimento suministrado} - \text{Alimento residual}$$

Índice de conversión alimenticia (ICA):

Con los datos obtenidos del consumo de alimento total y peso final de las aves, se obtuvo el índice de conversión alimenticia.

$$ICA = CAT/PF$$

Parámetros inmunológicos

Recolección de muestras

Se tomaron muestras de sangre de dos aves por repetición a partir de la vena alar en los días 21 y 28 de edad. Se utilizó el día 28 como fecha más próxima al fin del estudio. El muestreo fue realizado por personal con experiencia en estos procedimientos para causar un mínimo estrés en el animal.

Para el indicador del efecto inmunoestimulante se evaluaron los siguientes parámetros.

- Expresión de Interferón gamma

- Expresión de Interleucina 1
- Expresión de Interleucina 2
- Inmunoglobulina G total
- Inmunoglobulina A total
- Valores de Anticuerpos para enfermedad de Newcastle

Estos parámetros fueron analizados con kits de ELISA comerciales. Para los valores de IFN Gamma se usó el kit comercial Chicken interferon y (INF-y) ELISA kit (Cusabio®); para IL1, Chicken interleukin 1 (IL-1) ELISA kit (Biomatik®); para IL-2, Chicken interleukin 2 (IL-2) ELISA kit (Biomatik®); para IgA, Chicken IgA ELISA kit (Bethyl laboratories Inc.); para IgG, Chicken IgG ELISA kit (Bethyl laboratories Inc.) y para los valores de anticuerpos para la enfermedad de Newcastle, Newcastle Disease Virus Antibody Test Kit (IDEXX), todos los procedimientos se realizaron de acuerdo a las indicaciones de los fabricantes.

Análisis estadístico

El análisis de los datos obtenidos se realizó con el programa estadístico STATA v. 15.0. Se analizó la normalidad de las varianzas de las variables cuantitativas a través de la prueba de Shapiro Wilk. Luego, de cumplir con los supuestos de normalidad, se empleó el análisis de varianza de una vía (ANOVA) y para las diferencias entre medias se empleó el test de Bonferroni. Para los parámetros que no cumplían con los supuestos de normalidad se usó la prueba de Kruskal-Wallis. En todos los casos, se consideró como diferencia estadística el valor de $p < 0.05$.

Consideraciones éticas

El estudio fue aprobado por el Comité Institucional de Ética (CIE) de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (UPCH), según constancia 013 – 02 – 20.

RESULTADOS

Parámetros Productivos

No se mostraron diferencias entre tratamientos para las variables ganancia de peso e índice de conversión alimenticia. Sin embargo, el consumo de alimento total fue mayor en el T6, seguido del T3 ($p < 0.05$) con respecto a los demás tratamientos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Parámetros productivos en pollos broilers de 30 días de edad alimentados con dietas con cinco niveles de concentrado soluble de pescado (CSP)¹

Tratamientos*	n	Peso inicial (g/ave)	Peso final (g/ave)	Ganancia de peso total (g)	Consumo de alimento total (g)	Conversión alimenticia (g)
T1	40	50.8	1779.0	1728.2	2527.9 ^c	1.43
T2	40	50.8	1793.5	1742.7	2540.4 ^{bc}	1.43
T3	40	50.8	1815.4	1764.6	2553.5 ^{ab}	1.41
T4	40	50.8	1799.1	1748.4	2550.3 ^b	1.43
T5	40	50.8	1814.9	1764.1	2550.4 ^b	1.41
T6	40	50.8	1848.8	1798	2567.8 ^a	1.40
Valor de p		-		0.355	0.000	0.860

* T1: Dieta control sin CSP; T2: Alimento con CSP a 0.5 g/kg; T3: Alimento con CSP a 1 g/kg; T4: Alimento con CSP a 2.5 g/kg; T5: Alimento con CSP a 5 g/kg; T6: Alimento con CSP a 10 g/kg

¹ valores promedios de cinco repeticiones de ocho aves cada una (40 aves por tratamiento), N = 240.

^{a,b,c} Valores con letras diferentes difieren significativamente ($p < 0.05$).

Parámetros Inmunológicos

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para todas las variables evaluadas para el día 21 ($p > 0.05$) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Parámetros inmunológicos en pollos broilers a los 21 días de edad alimentados con dietas con cinco niveles de concentrado soluble de pescado (CSP)¹

Tratamientos*	n	IL1 [C] ** pg/ml	IL2 [C] pg/ml	IFN Gamma [C] pg/ml	Ig A [C] ng/ml	Ig G [C] ng/ml	Título de anticuerpos Newcastle
T1	10	135.8	55.7	37.6	316.5	60.3	185.6
T2	10	131.6	60.6	32.7	368.8	39.5	203.9
T3	10	138.6	49.7	22.8	316.4	62.5	298.6
T4	10	128.2	37.2	36.0	202.8	26.2	218.8
T5	10	127.5	78.2	25.9	386.5	47.9	213.6
T6	10	140.9	92.5	19.3	291.9	52.1	92.0
Valor de p		0.67	0.42	0.40	0.28	0.24	0.31

* T1: Dieta control sin CSP; T2: Alimento CSP a 0.5 g/kg; T3: Alimento CSP a 1 g/kg; T4: Alimento con CSP a 2.5 g/kg; T5: Alimento con CSP a 5 g/kg; T6: Alimento con CSP a 10 g/kg

** [C]: Concentración

¹ Valores promedios de 10 aves por tratamiento

Para el día 28 hubo diferencia significativa ($p < 0.05$) en tres de los parámetros evaluados. La IL2 fue superior en el T6 con respecto al T1 ($p < 0.05$); la IgA fue superior en T3 y T2 mientras T6 y T4 obtuvieron menor valor ($p < 0.05$). Los títulos de anticuerpos para NC presentaron el valor más alto en T6, seguido de T5 respectivamente ($p < 0.05$) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Parámetros inmunológicos en pollos broilers a los 28 días de edad alimentados con dietas con cinco niveles de concentrado soluble de pescado (CSP)¹

Tratamientos*	n	IL1 [C] ** pg/ml	IL2 [C] pg/ml	IFN Gamma [C] pg/ml	Ig A [C] ng/ml	Ig G [C] ng/ml	Título de anticuerpos Newcastle
T1	10	133.1	13.4 ^b	57.7	246.9 ^b	100.4	146.4 ^b
T2	10	129.73	20.7 ^{ab}	73.2	342.7 ^{ab}	80.2	112.4 ^b
T3	10	133.3	25.3 ^{ab}	44.6	381.4 ^a	127.8	153.3 ^b
T4	10	137.3	17.5 ^{ab}	69.5	186.6 ^{bc}	66.2	160.6 ^b
T5	10	146.0	19.4 ^{ab}	40.4	227.9 ^b	135.4	363.8 ^{ab}
T6	10	143.2	33.5 ^a	31.9	150.5 ^c	123.7	1020.8 ^a
Significancia		0.35	0.03	0.15	0.003	0.115	0.000

* T1: Dieta control sin CSP; T2: Alimento con CSP a 0.5 g/kg; T3: Alimento con CSP a 1 g/kg; T4: Alimento con CSP a 2.5 g/kg; T5: Alimento con CSP a 5 g/kg; T6: Alimento con CSP a 10 g/kg

** [C]: Concentración

¹ Valores las cuales son promedios de 10 aves por tratamiento

^{a,b,c} Valores con letras diferentes difieren significativamente ($p < 0.05$)

DISCUSIÓN

Parámetros Productivos

Con los resultados obtenidos sobre los parámetros productivos, se presume que no se logró demostrar que la adición del CSP empleado en las dietas de pollos broiler mejora los parámetros productivos, sin embargo, existe diferencia estadística para la variable consumo de alimento siendo el T1 quien obtuvo los valores más bajos; mientras T3 y T6 obtuvieron los valores más altos. Esto concuerda con lo establecido por Rios (2008); Henriquez (2008) y Gómez (2010); quienes no lograron demostrar con sus experimentos, que los hidrolizados proteicos de pescado al ser adicionados solos, poseen un impacto positivo sobre los parámetros productivos. Sin embargo; Gómez (2010), explica que la característica principal de los solubles de pescado es la alta palatabilidad y su composición pone a disposición compuestos que pueden mejorar la absorción intestinal, la cual pudo contribuir a una mayor ingesta de alimento en este experimento.

A pesar que no se encontró diferencia significativa con respecto a las variables ganancia de peso e índice de conversión alimenticia, cabe resaltar que el T6 quien obtuvo la media más alta para la variable consumo de alimento total, tiene también las mejores tendencias numéricas para las variables ganancia de peso total y conversión alimenticia, lo que podría significar que la suplementación con CSP a diferencia del grupo control T1 muestra resultados favorables que son de interés en términos económicos.

Parámetros Inmunológicos

La IL1, IL2 e INF Gamma son citoquinas ligadas al sistema inmune celular; mientras que IgA, IgG y Títulos de Newcastle (TNC) están ligadas al sistema inmune humoral. No se encontraron diferencias significativas en el día 21; sin embargo, sí existe diferencia al día 28 con la IL2 en el T6, tratamiento en el cual se adicionó la mayor dosis de CSP, con respecto a T1. La IL2 promueve y regula la activación de linfocitos T helper, activa las Natural Killer y Linfocito TCD8 (Abbas *et al.*, 2012), por lo que se podría inferir que este tratamiento activo de manera eficaz la respuesta inmune celular, lo cual concuerda con Izquierdo *et al.* (2015) quienes desarrollaron una línea celular modificada que expresa IL-2 en la superficie de la vacuna para NC para potenciarla.

Así mismo, también se encontró diferencia significativa al día 28 para IgA. El T4 y T6 obtuvieron la menor concentración de IgA a nivel sérico, estos resultados concuerdan con lo expuesto por Schat *et al.* (2014), donde se pone en manifiesto que la mayor concentración de IgA se encuentra en los órganos diana como el pulmón e intestino ya que esta inmunoglobulina realiza quimiotaxis para cumplir un rol protector en la mucosa a través de las células principales.

Con respecto a los títulos de anticuerpos para NC, el T5 y el T6 son similares, sin embargo, el T6, presentan una diferencia estadística significativa respecto a T1, T2, T3 y T4 al día 28. Esto concuerda con lo establecido por Taheri *et al.* (2005), donde especifican que la respuesta inmunológica sobre la titulación de anticuerpos ante una primera dosis vacunal (Newcastle, Bronquitis Infecciosa, Gumboro), de un insumo adicionado en dietas se observará a partir del día 21. Los títulos de anticuerpos para NC se mantuvieron como reacción post vacunal hasta el día 28, siendo el T6 (10g/kg) el que obtuvo la mayor titulación, seguido del T5 (5g/kg), estos títulos de anticuerpos son totales para NC las cuales difieren entre IgG e IgM obteniendo una respuesta inmunogénica elevada que otorgará protección para futuras infecciones, esto concuerda con lo establecido por Donald *et al.* (1979) quien expresa que ante la vacunación para NC aumentara la IgG e IgM para NC tanto como IgA total en los órganos diana por lo cual disminuirá su cantidad en plasma sanguíneo, este aumento de IgG e IgM se da en la lámina propia de las mucosas y se

secretará por un tiempo prolongado desde los plasmocitos al órgano diana lo cual corroboró Donald *et al.* (1979) por una inmunohistoquímica de las mucosas, inhibiendo la replicación y patogenicidad del virus si este es inoculado. En este experimento realizado se infiere que el T6 al poseer una alta cantidad de títulos de anticuerpos en sangre para NC al día 28 posee un rol protector tanto en mucosas como en vía sistémica siendo la dosis de 10g/kg eficaz.

Ante la suplementación con CSP en este estudio realizado a diferentes dosis, se adicionaron péptidos y energía provenientes de aminoácidos altamente asimilables los cuales no solo influyeron en el consumo de alimento final, también mostraron tendencias numéricas positivas en la ganancia de peso reduciendo el ICA, optimizando la capacidad del organismo al generar una mayor respuesta inmune humoral (Wortzman, 2010). Esto concuerda con lo establecido por Taheri *et al.* (2005) quien menciona que ante una suplementación en dietas base de pollos broiler con AA y energía (kcal) hacen que la titulación de anticuerpos sea más estable conforme pasen las semanas de vida, previniendo la aparición de diversas enfermedades y posteriores patologías.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones experimentales y los resultados obtenidos durante el desarrollo del presente estudio, se concluye lo siguiente:

1. No se observaron diferencias significativas para las variables productivas evaluadas.
2. Los parámetros inmunológicos no presentaron diferencia significativa al día 21. Sin embargo, sí se encontró diferencia al día 28 en 3 parámetros (IL2, IgA, Títulos de NC). Para IL2 el T6 difirió respecto a T1, para IgA T4 y T6 sobresalieron, de igual forma para NC T5 y T6. Siendo T6 el único tratamiento que sobresalió en los 3 parámetros donde se encontró diferencia estadística.

LITERATURA CITADA

- Abbas A, Litchman A, Pillai S. 2012. Inmunología celular y molecular. 7ª ed. Barcelona: Elsevier. 546p.
- Acosta D, Jaramillo A. 2015. Manejo de pollo de engorde. Cartilla informativa. Colombia: 38p.
- Baró L, Jiménez J, Martínez-Férez A, Bouza J. 2001. Péptidos y proteínas de la leche con propiedades funcionales. *Ars Pharmaceutica* 42(3-4), 135-145. España.
- Church D, Pond W, Pond K. 2002. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. 2ª ed. España: LIMUSA. 635p.
- [COBB] Cobb-Vantress, Inc. 2013. COBB Guía de manejo del pollo de engorde. *Cobb-Vantress*. EE.UU. 73p.
- [COBB] Cobb-Vantress, Inc. 2018. COBB 500 Suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición en pollos de engorde. *Cobb-Vantress*. EE.UU. 14p.
- Coronel S. 2015. Beneficio de la harina de pescado en la elaboración de dietas balanceadas para organismos acuáticos y terrestres de cultivo. Trabajo práctico para obtener el Título de Ingeniero Acuicultor. Machala: Universidad Técnica de Machala. 14 p.
- Cuca G, Ávila G. 1978. Fuentes de energía y proteína para la alimentación de las aves. *Ciencia Veterinaria* 2-1978: 325 – 358.
- Donald L, Bruce O, Casswell S. 1979. Local antibody response in chickens: analysis of antibody synthesis to Newcastle disease virus by solid-phase radioimmunoassay and immunofluorescence with class-specific antibody for chicken immunoglobulins. *Poultry Disease Research Center* 24: 269-275.
- Gómez R. 2010. Efectos de la suplementación de tres hidrolizados proteicos de pescado en dietas de preinicio de pollos broiler sobre indicadores productivos y económicos. Tesis de Médico Veterinario. Santiago: Universidad de Chile. 48 p.

- 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. Tesis de Médico Veterinario. Santiago: Universidad de Chile. 117 p.
- Ibarra A. 2019. Nuevos usos para el concentrado de solubles de pescado como agente inmunoestimulante y de crecimiento en organismos modelos vivos. Lima: CITEAcuícola UPCH. 19 p.
- Izquierdo R, Chumbe A, Best I, Figueroa A, Medina W, Chipana N, Fernandez M. 2015. Desarrollo de una vacuna viva contra el virus de Newcastle que contiene interleuquina 2 para disminuir la reacción postvacunal y potenciar la respuesta inmune en pollos. [Internet]. [acceso 26 febrero 2021]. Disponible en: <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/desarrollo-vacuna-viva-contra-t32456.htm#:~:text=La%20IL%2D2%20es%20una,la%20proliferaci%C3%B3n%20de%20linfocitos%20B>
- Kleyn R. 2013. Chicken Nutrition: A guide for nutritionists and poultry professionals. Leicestershire: Context. 339 p.
- Kwak H, Austic R, Dietert R. 1999. Influence of dietary arginine concentration on lymphoid organ growth in chickens. Poultry Science 78: 1536-1540.
- Llaque L. 2009. Innovación en la industria avícola peruana de broilers para mejorar los niveles de competitividad 1986-2006. Tesis doctoral. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 156p.
- Leeson S, Summers J. D. 2008. Commercial poultry nutrition. 3^a ed. Nottingham: University Press. 413p.
- Mateos G, Lazaro R, Gracia M.I. 2000. Avances en nutrición y alimentación animal. Barcelona: Fundación Española para el desarrollo de la nutrición animal. p15-34

- McDonald P, Edwards R. 2010. Nutrición Animal. 7ª ed. España: ACRIBIA. 714p.
- [MINAGRI] Ministerio de Agricultura y Riego. 2019. Boletín estadístico mensual de la producción y comercialización de productos avícolas. Sistema integrado de estadística agraria, pp. 1-23.
- Montero-Barrantes M. 2021. Hidrolizados proteicos a partir de subproductos de la industria pesquera: obtención y funcionalidad. *Agronomía Mesoamericana*, 32(2), 681-699.
- Ortiz D. 2003. Elaboración de harina de pescado. Tesis de Licenciado en Tecnología de Alimentos. Buenos Aires: Universidad Católica Argentina. 137 p.
- Rios M. A. 2008. Evaluación de tres hidrolizados proteicos de pescado solos y mezclados con proteína vegetal de dos orígenes, sobre los rendimientos productivos y económicos de pollos Broiler. Tesis de Médico Veterinario. Santiago: Universidad de Chile. 72 p.
- Rostagno S. 2017. Tablas brasileñas para aves y cerdos, Composición de alimentos y requerimientos nutricionales. 4ª ed. Brasil: Universidad federal de viçosa. 488p.
- Schat K, Kaspers B, Kaiser P. 2014. *Avian Immunology*. 2nd ed. United Kingdom: Elsevier. 456p.
- Taheri HR, Rahmani HR, Pourreza J. 2005. Humoral immunity of broilers is affected by oil extracted propolis (OEP) in the diet. *International Journal Poultry Science* 4: 414-417.
- Trómpiz J, Rincón H, Fernández N, González G, Higuera A, Colmenares, C. 2011. Parámetros productivos en pollos de engorde alimentados con grano de quinchoncho durante fase de crecimiento. *Revista Facultad de Agronomía de la Universidad de Zulia*. Venezuela : 28, 565-575.
- Valarezo A, Iscoa D. 2015. Efecto de la sustitución de harina de soya por harina de pescado en la dieta fase uno para pollos de la línea Arbor Acres Plus®. Tesis de Licenciado en Agronomía. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana. 19 p.
- Wortzman A. 2010. Evaluación de la incorporación de hidrolizados proteicos de pescado (BIOCP® y ACTIVIUUM®) en la dieta de preinicio para pollos broiler, a través de la

determinación de parámetros productivos. Tesis de Médico Veterinario. Santiago:
Universidad de Chile.70 p.

ANEXO

Anexo 1. Parámetros obtenidos del análisis proximal y digestibilidad a la pepsina del CSP

PARÁMETROS	LOTE 1366
Energía total	3,25 kcal/g
Proteína	72,83 %
Grasa	5 %
Carbohidratos	0 %
Humedad	5,1 %
Digestibilidad	99, 25 %
Cloruros	14,18%

Anexo 2. Composición de dietas experimentales en porcentaje (%).

Dieta de Pre-Inicio

INSUMO	Tratamientos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Maíz nacional	54.2	54.2	54.2	54.2	54.2	54.2
Soya Boliviana	30.64	30.64	30.64	30.64	30.64	30.64
Soya integral	8.78	8.78	8.78	8.78	8.78	8.78
Aceite de soya	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Carbonato de calcio	1.42	1.42	1.42	1.42	1.42	1.42
Fosfato importado	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13
Metionina	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37
Lisina	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
Bicarbonato de sodio	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
Sal	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
Treonina	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
Millbond	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Colina 60	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Premezcla Vit/Min	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Valina	0.1	0.1	0.12	0.1	0.1	0.1
BMD 10%	0.07	0.07	0.12	0.07	0.07	0.07
Coxistac	0.06	0.06	0.12	0.06	0.06	0.06
Fungiban	0.05	0.05	0.12	0.05	0.05	0.05
Avizyme 1502	0.05	0.05	0.12	0.05	0.05	0.05
Silimarina	0.05	0.05	0.12	0.05	0.05	0.05
Alfatrol	0.05	0.05	0.12	0.05	0.05	0.05
Pro Phorce	0.04	0.04	0.12	0.04	0.04	0.04
Allyzyme SSF pollo/Ve	0.02	0.02	0.12	0.02	0.02	0.02

Allzyme SSF	0.02	0.02	0.12	0.02	0.02	0.02
Antox	0.02	0.02	0.12	0.02	0.02	0.02
CSP	0	0.05	0.10	0.25	0.5	1
TOTAL	100	100.05	100.89	100.25	100.5	101

Dieta de Inicio

INSUMO	Tratamientos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Maíz nacional	57.23	57.23	57.23	57.23	57.23	57.23
Soya Boliv. NIR PR	27.52	27.52	27.52	27.52	27.52	27.52
Soya INTE. EXT. ADM	8.62	8.62	8.62	8.62	8.62	8.62
Aceite de soya	2	2	2	2	2	2
Carbonato de calcio	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45
Fosfato importado	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02
Metionina	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37
Lisina	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
Sal	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
Bicarbonato de sodio	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
Treonina	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
Millbond	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Valina	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Colina 60	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Premezcla Vit/Min	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Coxistac / Sacox	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Fungiban	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Avizyme 1502	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
BMD 10%	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Alfatrol	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Silimarina	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Allyzyme SSF pollo/Ve	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Allzyme SSF	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Pro Phorce	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Antox	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
CSP	0	0.05	0.10	0.25	0.5	1
TOTAL	100	100.05	100.10	100.25	100.5	101

Dieta de Crecimiento

INSUMO	Tratamientos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Maiz nacional	58.4	58.4	58.4	58.4	58.4	58.4
Soya Boliv. NIR PR	20.74	20.74	20.74	20.74	20.74	20.74
Soya INTE. EXT. ADM	14.48	14.48	14.48	14.48	14.48	14.48
Aceite de soya	2	2	2	2	2	2
Carbonato de calcio	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45
Fosfato importado	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89
Lisina	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
Metionina	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
Sal	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
Bicarbonato de sodio	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
Treonina	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
Millbond	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Premezcla Vit/Min	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
Colina 60	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
Valina	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
Coxistac / Sacox	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Fungiban	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Texaphyl / Novaphyl 20	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Avizyme 1502	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Alfatrol	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
BMD 10%	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Silimarina	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Allyzyme SSF pollo/Ve	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Antox	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
CSP	0	0.05	0.10	0.25	0.5	1
TOTAL	100	100.05	100.10	100.25	100.5	101

Dieta Finalizador

INSUMO	Tratamientos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Maiz nacional	64.36	64.36	64.36	64.36	64.36	64.36
Soya Boliv. NIR PR	16.08	16.08	16.08	16.08	16.08	16.08
Soya INTE. EXT. ADM	13.52	13.52	13.52	13.52	13.52	13.52
Aceite de soya	2	2	2	2	2	2
Carbonato de calcio	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47
Fosfato importado	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84
Lisina	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
Sal	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
Metionina	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Bicarbonato de sodio	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Millbond	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Treonina	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12

Premezcla Vit/Min	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
Coxistac / Sacox	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Fungiban	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Texaphyl / Novaphyl 20	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Avizyme 1502	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Colina 60	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Alfatrol	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Valina	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
BMD 10%	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Allyzyme SSF pollo/Ve	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Silimarina	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Antox	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
CSP	0	0.05	0.10	0.25	0.5	1
TOTAL	100	100.05	100.10	100.25	100.5	101