

Efectos de la inclusión dietaria de harina de alfalfa sobre rendimiento productivo, carcasa y peso de órganos digestivos y linfoides del pollo de engorde tipo orgánico

Effects of dietary inclusion of alfalfa meal on productive performance, carcass and weight of digestive and lymphoid organs in organic type broiler chicken

Manuel Paredes A.^{1,3}, Analía Lorena Risso²

RESUMEN

Se utilizaron 240 pollos de engorde hembras Hubbard de 35 a 84 días de edad para estudiar los efectos de la harina de alfalfa (HA) sobre el rendimiento productivo, características de la carcasa, peso de órganos digestivos y peso de órganos linfoides. Los pollos fueron criados en el valle andino de Cajamarca, Perú, a 2750 msnm, alimentados con dietas que contenían tres niveles de HA como reemplazo parcial del maíz, torta de soya y polvillo de arroz por un período de 49 días. Las aves se distribuyeron en tres tratamientos T0 (0% HA), T1 (5% HA) y T2 (10% HA), cada tratamiento con 4 repeticiones de 20 aves cada una. Las aves fueron sacrificadas a las 12 semanas de edad. La ganancia diaria de peso fue diferente ($p < 0.05$) entre tratamientos (77.4, 76.2 y 72.1 g/día para T0, T1 y T2, respectivamente). No hubo diferencias entre tratamientos en cuanto a consumo, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa; sin embargo, se encontró diferencias significativas ($p < 0.05$) para peso relativo de grasa abdominal (T0: 2.30, T1: 2.60 y T2: 2.89%), peso relativo de molleja (T0: 1.00, T1: 1.03 y T2: 1.19%) y peso relativo de intestinos (T0: 2.26, T1: 2.38 y T2: 2.69%). No se encontró efecto de la HA sobre el peso de los órganos linfoides.

Palabras clave: harina de alfalfa, rendimiento productivo, órganos digestivos, órganos linfoides, pollo de engorde

¹ Departamento Académico de Ciencias Pecuarias, Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias, Universidad Nacional de Cajamarca, Perú

² Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de la Plata, Argentina

³ E-mail: mepaunc@gmail.com, mparedes@unc.edu.pe

Recibido: 9 de julio de 2019

Aceptado para publicación: 19 de abril de 2020

Publicado: 22 de junio de 2020

ABSTRACT

Two hundred and forty Hubbard female broilers were used from 35 to 84 days of age to study the effects of alfalfa meal (HA) on the productive performance, carcass characteristics, weight of digestive organs and weight of lymphoid organs. Chickens were bred in the Andean valley of Cajamarca, Peru, at 2750 meters above the sea level, fed diets containing three levels of HA as a partial replacement for corn, soybean meal and rice bran for 49 days. The birds were distributed in three treatments T0 (0% alfalfa meal), T1 (5% alfalfa meal) and T2 (10% alfalfa meal), each treatment with 4 repetitions of 20 birds each. The birds were slaughtered at 12 weeks of age. The body weight gain obtained was different ($p<0.05$) between treatments (77.4, 76.2 and 72.1 g/day for T0, T1 and T2, respectively). There were no differences between treatments in terms of consumption, feed conversion and carcass yield; however, differences were found ($p<0.05$) for relative weight of abdominal fat (T0: 2.30, T1: 2.60 and T2: 2.89%), relative weight of gizzard (T0: 1.00, T1: 1.03 and T2: 1.19%) and relative weight of intestines (T0: 2.26, T1: 2.38 and T2: 2.69%). No effect of HA on the weight of the lymphoid organs was found.

Keywords: alfalfa meal, productive performance, digestive organs, lymphoid organs, broiler chicken

INTRODUCCIÓN

En el Perú se consume anualmente 31.6×10^6 kg de carne de gallinas ponedoras que han terminado su ciclo productivo y cerca de 46×10^6 kg de carne de aves de traspatio y gallinas reproductoras de híbridos comerciales (MINAGRI, 2018). Estas aves son de edad avanzada y las gallinas ponedoras al final del ciclo de puesta terminan con problemas óseos y hepáticos (Molnár *et al.*, 2017), tienen poca masa muscular y bajo rendimiento de canal, debiendo estas aves ser procesadas para la obtención de alimentos para uso animal o compostaje, entre otros productos que se utilizan en diversas industrias (Webster *et al.*, 1996; Jin *et al.*, 2011). Aunque se ha determinado que la carne proveniente de gallinas ponedoras comerciales, bajo el mismo régimen alimenticio, por su composición en ácidos grasos, es más favorable para la salud humana, que la carne de aves de razas locales (Rizzi y Chiericato, 2010); no obstante, sus fibras musculares engrosadas maduras y con enlaces cruzados le hacen perder ternura (Vaithiyanathan *et al.*, 2008).

Por otro lado, el hedonismo, la salud y la economía son factores que influyen marcadamente en el consumidor (Brunsø *et al.*, 2002) e impulsan a la ingesta de alimentos orgánicos (Fanatico *et al.*, 2006); por lo que se vienen incrementando los sistemas de producción con principios basados en el bienestar animal y producción orgánica con buena calidad sensorial de la carne (Rizzi *et al.*, 2007; Ponte *et al.*, 2008; Tong *et al.*, 2014). En Norteamérica, la producción de aves orgánicas está regulada por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), cuyo principal costo de cumplimiento implica principalmente la alimentación del ave (Baier, 2015). Dentro de este rubro, USDA incluye el acceso al exterior del gallinero, pero no contempla la necesidad de pasturas para estas aves, a diferencia de otras instituciones certificadoras en Latinoamérica que establecen que la alimentación de aves de corral debería estar basada en el uso de pastos (hasta 60% de la materia seca de la ración), como forrajes frescos o ensilados (Díaz-Montoya y Krawinkel, 2010). Por otro lado, según la European Commission (2008), se puede obtener carne orgánica del pollo de

engorde de crecimiento rápido, alimentado con dietas que incluyan forraje verde, desecado o conservado, sacrificados luego de los 81 días de edad, sin precisarse la cantidad de pastura que las aves tendrían que comer.

Se han evaluado varios sistemas de crianza (Fanatico *et al.*, 2016), incluyendo la duración del periodo de crianza libre (Tong *et al.*, 2014), reportándose que las fuentes de fibra dietética afectan la estabilidad oxidativa de la carne, los parámetros sanguíneos, y el contenido de proteínas, colesterol, ácidos grasos y triglicéridos (He *et al.*, 2015), así como un incremento en el peso de la molleja y alteraciones en el crecimiento (Jimenez-Moreno *et al.*, 2010). Se ha comprobado que los compuestos bioactivos de carácter antioxidante de la harina de alfalfa, *Phleum* sp, *Dactylis glomerata*, ryegrass italiano (*Lolium multiúorum*) y trébol balansa (*Trifolium michelianum*) deshidratados, entre otros forrajes, mejoran el contenido de ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) n-3 y la proporción entre PUFA n-6 y n-3 (Dal Bosco *et al.*, 2016; Ponte *et al.*, 2008). Se ha determinado que las saponinas de la alfalfa deshidratada tienen efecto hipocolesterolémico en la carne de pollo (Ponte *et al.*, 2004) y que el extracto natural de alfalfa disminuye la deposición de grasa abdominal y mejora el título de anticuerpos contra la enfermedad de Newcastle, sin un efecto adverso en el rendimiento del ave (Dong *et al.*, 2007). Adicionalmente, se conoce que los ésteres de xantofila de la alfalfa producen una mejor pigmentación de la piel de pollos de engorde (Fletcher, 2006).

Siendo la alfalfa un forraje ampliamente disponible en Cajamarca, se le podría incluir en forma deshidratada en la dieta del pollo de rápido crecimiento encaminado a alcanzar la clasificación de pollo orgánico, teniendo como hipótesis que la alfalfa tiene efectos benéficos sobre el crecimiento, peso de la carcasa, peso de órganos digestivos y peso de órganos linfoides por ser un alimento inmunomodulador (Kwak *et al.*, 1999; Sato

et al., 2009). Por esto, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar los efectos de tres niveles de harina de alfalfa (HA) incluida en la dieta del pollo hembra de rápido crecimiento, línea Hubbard, suministrada de 35 a 84 días de edad, bajo las condiciones climáticas del valle andino de Cajamarca.

MATERIALES Y MÉTODOS

Harina de Alfalfa

La alfalfa fue producida en el valle costero de Jequetepeque (Perú). El proceso de deshidratación fue en el mismo campo de cosecha durante cinco días. El forraje una vez cortado quedó extendido en hileras con volteos manuales cada 24 horas. Luego fue apilado y empacado con una enfardadora manual, que produce fardos de 40 kg de peso y el heno fue trasladado a Cajamarca.

El molido del heno se hizo en la planta de procesamiento de alimentos de la Universidad Nacional de Cajamarca (UNC), utilizando un molino eléctrico, de 9 martillos y 3 cuchillas, realizando primero un picado sin cribas, luego se empleó la criba de 8 mm y finalmente se obtuvo la HA con la criba de 2 mm. El análisis químico se realizó en el Laboratorio de Control de Alimentos de la UNC (Cuadro 1).

Cuadro 1. Composición química de la harina de alfalfa en base seca

Componente	%
Materia seca	88.92
Proteína cruda	15.56
Extracto etéreo	2.45
Fibra cruda	30.17
Extracto no nitrogenado	44.41
Cenizas	7.41

Aves, Dietas y Prácticas de Manejo

Se adquirieron 300 pollos de engorde Hubbard hembras, de un día de edad, de la Corporación Gramogen SA, ubicada en Lima, Perú. Las aves fueron trasladadas vía aérea a Cajamarca, ciudad que se ubica a 2750 msnm. Las aves fueron alojadas en el galpón de aves de la granja experimental de la UNC, bajo el sistema de crianza en piso, con calefacción local y según recomendaciones técnicas sugeridas por Quintana (2013). La alimentación en la etapa preexperimental se realizó con un pienso tipo harina, formulado de acuerdo con las recomendaciones nutricionales para pollos de crecimiento diferenciado sugerido por FEDNA (2018), que considera una dieta inicial de 0-21 días con 20.5% de proteína cruda (PC) y 2900 kcal de energía metabolizable aparente (EMa), seguida de una dieta de crecimiento con 18.2% de PC y 3000 kcal/kg de EMa a las aves hasta los 35 días. Los pollos fueron vacunados contra la enfermedad de Marek el día 1, contra la enfermedad de Newcastle y bronquitis infecciosa a los 7 y 21 días, y contra la enfermedad de Gumboro el día 14.

En el día 35 se seleccionaron 240 pollos, descartándose 51 aves del total inicial, distribuyéndose de acuerdo con un diseño completamente al azar, con tres tratamientos: T_0 : 0% HA, T_1 : 5% HA, T_2 : 10% HA. Los pollos fueron alimentados con tres dietas isonitrogenadas e isoenergéticas en forma de harina que contenían la HA como reemplazo parcial de maíz, torta de soya y polvillo de arroz. Las dietas fueron formuladas para cubrir los requerimientos nutricionales de acuerdo con FEDNA (2018). La prueba de alimentación duró 49 d. El programa de alimentación incluyó una dieta finalizadora de 35 a 84 días de edad (Cuadro 2).

Las aves se alojaron en un galpón con 12 corrales de 2x2.5x1.2 m (5 m² por corral, 4 aves/m²), en piso con cama de viruta, equipados con bebederos de plástico tipo campana y comederos tipo tolva. Se evaluaron 20 pollos por corral y se asignaron cuatro corra-

les para cada tratamiento dietético. Las aves tuvieron acceso *ad libitum* al alimento y agua de bebida. Cada corral contaba con un bebedero y un comedero. La temperatura ambiente en el galpón fluctuó entre 15 y 20 °C y el periodo diario de luz fue de 16 h (06:30 - 22:30).

Indicadores de Rendimiento Productivo

El peso corporal (PC) y la ingesta de alimento por repetición (corral) se midieron semanalmente. El pesaje se realizó colocando las 20 aves de cada corral en dos jabs y utilizando una balanza eléctrica de precisión (BEP) de plataforma marca TCS, de capacidad 300 kg, precisión de lectura 50 g. Se determinó las medias de la ganancia media diaria (GMD), ingesta de alimento diario (IDA) y el índice de conversión alimenticia (ICA), el cual fue calculado como la relación entre IDA/GMD.

Carcasa y Órganos Digestivos y Linfoides

A los 84 días, y con ayuno de 12 horas, 10 aves de cada tratamiento fueron sacrificadas mediante aturdimiento eléctrico (11 v, 10 s) y se escaldaron a 53 °C durante 120 s. El aturdimiento, desplumado y evisceración se realizó manualmente. El pesado de las aves evisceradas se realizó en una BEP, marca KERN, de capacidad 6000 g, precisión de lectura 0.1 g. Esófago, buche, proventrículo, molleja, intestinos, páncreas, hígado, corazón, cabeza, cuello, patas y grasa abdominal, fueron pesadas en una BEP, marca KERN, de capacidad 2100 g, precisión de lectura 0.01 g. Las estructuras del tracto digestivo se lavaron con solución de NaCl al 0.9% para eliminar la ingesta y oreadas a temperatura ambiente por 45 minutos para su posterior pesado.

El porcentaje de carcasa eviscerada se calculó como porcentaje del PC. La cabeza, cuello, patas (desde la articulación tibiofemoral hasta los dedos) y grasa abdominal fueron consideradas como parte de la carcasa. Asimismo, se determinaron los porcentajes de

Cuadro 2. Fórmulas alimenticias utilizadas en el experimento con tres niveles de inclusión de harina de alfalfa (HA)

Ingredientes, %	T ₀ (0% HA)	T ₁ (5% HA)	T ₂ (10% HA)
Maíz amarillo	67.0	66.0	63.0
Harina integral de soya	14.7	14.7	19.7
Torta de soya	10.0	9.0	4.0
Polvillo de arroz	5.0	2.0	--
Harina de alfalfa	--	5.0	10.0
Carbonato de calcio	1.7	1.7	1.7
Fosfato monodivale	1.0	1.0	1.0
Sal común	0.5	0.5	0.5
Suplemento vitamínico y mineral ¹	0.1	0.1	0.1
Total	100.0	100.0	100.0
Valor nutricional calculado			
Materia seca, %	89.38	89.41	89.43
Proteína cruda, %	16.45	16.40	16.37
Fibra cruda, %	3.56	4.54	5.56
EM, kcal/kg	3062.02	3051.43	3051.65
Lisina, %	0.85	0.84	0.83
Metionina, %	0.29	0.29	0.28
Triptófano, %	0.21	0.23	0.25
P disponible, %	0.40	0.36	0.32
Ca, %	0.85	0.92	0.98

¹ Cada kg contiene: Vit. A 12 000 mil UI, Vit. D₃ 2 500 mil UI, Vit. E 30 000 UI, Vit. K₃ 3.0 g, tiamina 1.5 g, riboflavina 5.5 g, piridoxina 3.0 g, cianocobalamina 15 mg, ácido pantoténico 11 g, ácido fólico 1 g, niacina 30 mg, Mn 65 g, Zn 45 g, Fe 80 g, Cu 8 g, I 1 g, Se 150 mg, Co 100 mg

estructuras del tracto digestivo, glándulas anexas del sistema digestivo (GASD: páncreas e hígado) y corazón, según la siguiente fórmula: Peso relativo de un órgano = [(peso del órgano / peso corporal vivo) × 100].

De cada ave se recolectaron y pesaron la bolsa de Fabricio, todos los lóbulos del timo y el bazo en una BEP, marca KERN, de capacidad 360 g, precisión de lectura 0.001 g.

Se calcularon los porcentajes de los órganos con relación al PC.

Análisis Estadístico

Los datos de rendimiento productivo, características de carcasa y peso de órganos linfoides se sometieron a un análisis de varianza utilizando el procedimiento GLM de SAS (SAS Institute, 2004). Las diferencias

Cuadro 3. Efectos de la inclusión de harina de alfalfa en la dieta sobre el rendimiento productivo del pollo de engorde de 35-84 días de edad

	Niveles de harina de alfalfa (%)			SEM	<i>p</i>
	0	5	10		
PCI (g)	1458	1458	1460	43.8	0.967
PCF (g)	5251 ^a	5194 ^a	4994 ^b	95.2	0.048
IDA (g/animal)	266	264	258	15.8	0.263
GMD (g/animal)	77.4 ^a	76.2 ^a	72.1 ^b	3.51	0.050
ICA	3.44	3.46	3.57	0.189	0.174

^{a,b} Medias con diferentes superíndices en cada fila indican diferencias significativas ($p < 0.05$) PCI, peso corporal inicial; PCF, peso corporal final; IDA, ingesta diaria de alimento; GMD, ganancia media diaria; ICA, índice de conversión alimenticia

entre los tratamientos se determinaron mediante prueba de rango múltiple de Duncan. Se utilizó un nivel de $p < 0.05$ como criterio de significación estadística.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Crecimiento

Los resultados del rendimiento en crecimiento, expresados como PC, GMD, IDA e ICA se presentan en el Cuadro 3. La inclusión de HA en la dieta del pollo de engorde tuvo efectos significativos ($p < 0.05$), siendo menor el PC final y la GMD de las aves que consumieron 10% de HA en comparación con las aves con 0 y 5% de HA. El IDA e ICA no se vieron significativamente afectados con la inclusión de HA, aunque se observó un ligero efecto negativo en el grupo con 10% de HA. La tasa de mortalidad fue de 3% en la fase preexperimental (0-35 días), especialmente debido al síndrome ascítico. En la fase experimental fue de 2.5%, sin encontrarse una relación causa efecto con los tratamientos.

Los datos sugieren que las variables consumo de alimento y eficiencia alimenticia, reflejados en la IDA e ICA, no se vieron afectadas por la inclusión del forraje deshidratado en la dieta; resultados que concuerdan con los estudios de Ponte *et al.* (2008) y Mourao *et al.* (2008), quienes incluyeron pasturas en la dieta de pollos de engorde tipo broilers.

Carcasa

Los efectos de la inclusión de HA en la dieta sobre el peso y rendimiento de carcasa se presentan en el Cuadro 4. Las aves que consumieron dietas con 10% de HA tuvieron un menor peso de carcasa ($p < 0.05$) en comparación con los tratamientos; sin embargo, no se observan tales diferencias en el rendimiento de carcasa, lo que indica que la diferencia en peso de carcasa se debe al tamaño del ave viva. Por otro lado, los pesos de grasa abdominal absoluta y relativa fueron significativamente más altos con las dietas que contenían HA en comparación con las aves del grupo control ($p < 0.05$).

Cuadro 4. Efecto de la inclusión de harina de alfalfa en la dieta sobre características de la carcasa del pollo de engorde de 84 días de edad

	Niveles de harina de alfalfa (%)			SEM	p
	0	5	10		
Peso de carcasa caliente, g	4086 ^a	4006 ^a	3758 ^b	182	0.049
Rendimiento de carcasa, %	77.8	77.1	75.3	2.76	0.283
Peso absoluto de apéndices, g					
Corazón	18.5	19.0	19.3	0.87	0.873
Cabeza y cuello	107	108	108	0.64	0.952
Patas	112	111	109	2.88	0.438
Grasa abdominal	121 ^c	135 ^b	144 ^a	8.80	0.046
Peso relativo de apéndices, %					
Corazón	0.35	0.37	0.39	0.017	0.364
Cabeza y cuello	2.04	2.07	2.16	0.012	0.253
Patas	2.14	2.13	2.19	0.055	0.374
Grasa abdominal	2.30 ^c	2.60 ^b	2.89 ^a	0.171	0.042

^{a,b,c} Medias con diferentes superíndices en cada fila indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

La mayor acumulación de grasa abdominal en pollos del presente estudio concuerda con Laudadio *et al.* (2012) quienes al incrementar la fibra cruda (FC) de la dieta de 3.19 a 3.52% en pollos de guinea incrementaron la grasa abdominal, sin encontrar rendimientos de carcasa diferentes. El rendimiento de carcasa está asociado al contenido de FC de la dieta; donde una menor ingesta de alimento y consumo de pasturas pueden tener un efecto negativo en el rendimiento de carcasa de las aves en comparación con las aves sin acceso a las pasturas (Ponte *et al.*, 2008). No obstante, estas mermas no fueron observadas en el presente trabajo. Por otro lado, la mayor acumulación de grasa abdominal en las aves que consumieron HA puede deberse a que la alfalfa fortalece el sistema inmunológico, y este regula el metabolismo lipídico, de allí que al no haberse presentado desafíos sanitarios no se produjo lipólisis, sino incremento de la deposición abdominal de grasa (Dong *et al.*, 2007).

Órganos Digestivos

El efecto de la HA en los pesos absolutos y relativos de los órganos digestivos se muestran en el Cuadro 5. No hubo efecto sobre el valor absoluto del peso de los órganos del tracto gastrointestinal (TGI) y GASD, a excepción de los intestinos. El mayor peso de los intestinos en T₂ (10% HA) ocasionó diferencias en el peso total del TGI ($p < 0.05$). En términos relativos, también se reflejó las diferencias observadas en el peso total del TGI y mayor desarrollo de molleja a favor de las aves con 10% de HA ($p < 0.05$).

Según el contenido de FC en las dietas del presente estudio, de 3.56% (0% HA) a 4.54% (5% HA) produjo un incremento de 5.3 y 3% en el peso relativo de intestinos y molleja, respectivamente. Asimismo, el peso relativo de intestinos y molleja se incrementó hasta 19% con 5.56% FC (10% HA), lo que podría deberse a que la ingesta de fibra

Cuadro 5. Efectos de la inclusión de harina de alfalfa en la dieta sobre el peso del tracto gastrointestinal (TGI) y glándulas anexas del sistema digestivo (GASD) del pollo de engorde de 84 días de edad

	Niveles de harina de alfalfa (%)			SEM	p
	0	5	10		
Peso absoluto del TGI, g					
Esófago - buche	10.0	10.1	10.4	0.16	0.691
Proventrículo	9.3	9.4	9.5	0.11	0.873
Molleja	52.4	53.3	59.2	1.38	0.146
Intestinos	119 ^b	124 ^b	134 ^a	5.77	0.041
Total	198^b	203^b	217^a	5.76	0.050
Peso absoluto de GASD, g					
Páncreas	7.5	7.5	7.6	0.08	0.982
Hígado	76.6	76.5	76.5	0.61	0.903
Peso relativo del TGI, %					
Esófago - buche	0.19	0.19	0.21	0.003	0.875
Proventrículo	0.18	0.18	0.19	0.002	0.964
Molleja	1.00 ^b	1.03 ^b	1.19 ^a	0.027	0.048
Intestinos	2.26	2.38	2.69	0.112	0.073
Total	3.78^b	3.90^b	4.34^a	0.273	0.049
Peso relativo de GASD, %					
Páncreas	0.14	0.14	0.15	0.002	0.846
Hígado	1.46	1.47	1.53	0.012	0.127

^{a,b,c} Medias con diferentes superíndices en cada fila indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

dietaria causa un aumento del tracto gastrointestinal de las aves, como resultado del aumento del tamaño del ciego (González-Alvarado *et al.*, 2007). Resultados similares han sido reportados por Guzmán *et al.* (2015) con un aumento de 8.7% en el peso de la molleja de aves de 35 días de edad con la inclusión de 4% de paja en la dieta, y con el trabajo de Kimiaetalab *et al.* (2017) al incluir 3% de cáscara de girasol en la dieta del

pollo de engorde de 0 a 21 días de edad, resultando en un incremento del peso de la molleja. Si bien se puede concluir que la inclusión de 10% de HA en la dieta en el presente estudio produce un mayor desarrollo de intestinos y molleja; se debe considerar que el tamaño de la molleja no solo puede incrementarse por la inclusión de alimento fibroso en la dieta sino, además, cuando la partícula del alimento es grande (Xu *et al.*, 2015).

Cuadro 6. Efectos de la inclusión de harina de alfalfa en la dieta sobre el peso de órganos linfoides del pollo de engorde de 84 días de edad

	Niveles de harina de alfalfa (%)			SEM	p
	0	5	10		
Pesos absolutos (g)					
Bolsa de Fabricio	5.83	6.13	6.59	0.59	0.086
Timo	23.3	25.2	25.7	1.13	0.639
Bazo	7.51	7.17	6.74	0.40	0.128
Pesos relativos (%)					
Bolsa de Fabricio	0.11	0.12	0.13	0.005	0.751
Timo	0.44	0.49	0.51	0.022	0.142
Bazo	0.14	0.14	0.14	0.006	0.979

Órganos Linfoides

La inclusión de HA no mejoró los pesos absolutos ni relativos de la bolsa de Fabricio, el timo y el bazo (Cuadro 6), aunque se observa una tendencia a mayor peso de la bolsa de Fabricio en los tratamientos con HA.

Los pesos de los órganos linfoides muestran un mayor peso del timo y un menor desarrollo de la bolsa de Fabricio, en concordancia con Tambini *et al.* (2010) en pollos Ross 308 de siete semanas; sin embargo, Kwak *et al.* (1999) encontraron mayor peso de la bolsa de Fabricio que el timo de pollos Leghorn de cuatro semanas. No obstante, se conoce que el peso de la bolsa de Fabricio se va retrayendo a medida que avanza la edad, llegándose a atrofiar cuando el ave alcanza la madurez sexual (Tizard, 2018)

CONCLUSIONES

- La inclusión de niveles de 5 y 10% de harina de alfalfa (HA) en la dieta del pollo de engorde hembra, desde el día 35 al 84, no afectó el índice de conversión ali-

menticia o rendimiento de carcasa, pero produjo un mayor peso de grasa abdominal a medida que se incrementa los niveles de HA en la dieta.

- La inclusión de 10% de HA en la dieta produjo un mayor desarrollo de intestinos y molleja, pero no afectó el desarrollo de los órganos linfoides.

LITERATURA CITADA

1. **Baier A. 2015.** Organic poultry production for meat and eggs. National Center for Appropriate Technology. [Internet]. Available in: https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/Organic%20Poultry%20Production%20for%20Meat%20and%20Eggs_FINAL.pdf
2. **Brunso K, Fjord TA, Grunert KG. 2002.** Consumers' food choice and quality perception. MAPP Working Paper 77. Aarhus, Denmark: Aarhus School of Business. 60 p.
3. **Dal Bosco A, Mugnai C, Mattioli S, Rosati A, Ruggeri S, Ranucci D, Castellini C. 2016.** Transfer of bioactive

- compounds from pasture to meat in organic free-range chickens. *J Poult Sci* 95: 2464-2471. doi: 10.3382/ps/pev383
4. **Díaz A, Krawinkel J. 2010.** Guías de las normas básicas para la agricultura orgánica. Bio Latina. Perú. 106 p.
 5. **Dong XF, Gao WW, Tong JM, Jia HQ, Sa RN, Zhang Q. 2007.** Effect of polysavone (alfalfa extract) on abdominal fat deposition and immunity in broiler chickens. *Poultry Sci* 86: 1955-1959. doi: 10.1093/ps/86.9.1955
 6. **European Commission. 2008.** Regulation N° 889/2008 laying down detailed rules for the implementation of Council Regulation N° 834/2007 on organic production and labelling of organic products with regard to organic production, labelling and control. [Internet]. Available in: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX-%3A32008R0889>
 7. **Fanatico AC, Mench JA, Archer GS, Liang Y, Brewer Gunsaulis VB, Owens CM, Donoghue AM. 2016.** Effect of outdoor structural enrichments on the performance, use of range area, and behavior of organic meat chickens. *J Poult Sci* 95: 1980-1988. doi: 10.3382/ps/pew196
 8. **Fanatico AC, Pillai PB, Cavitt LC, Emmert JL, Meullenet JF, Owens CM. 2006.** Evaluation of slower growing broiler genotypes grown with and without outdoor access: sensory attributes. *J Poult Sci* 85: 337-343. doi: 10.1093/ps/85.2.337
 9. **FEDNA. 2018.** Necesidades nutricionales para avicultura. 2° ed. Madrid: Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. 194 p.
 10. **Fletcher DL. 2006.** A method for estimating the relative degree of saponification of xanthophyll sources and feedstuffs. *J Poult Sci* 85: 866-869. doi: 10.1093/ps/85.5.866
 11. **González-Alvarado JM, Jiménez-Moreno E, Lázaro R, Mateos GG. 2007.** Effect of type of cereal, heat processing of the cereal, and inclusion of fiber in the diet on productive performance and digestive traits of broilers. *J. Poult Sci* 86: 1705-1715. doi: 10.1093/ps/86.8.1705
 12. **Guzmán P, Saldaña B, Kimiaetalab MV, García J, Mateos GG. 2015.** Inclusion of fiber in diets for brown-egg laying pullets: effects on growth performance and digestive tract traits from hatching to 17 weeks of age. *J Poult Sci* 94: 2722-2733. doi: 10.3382/ps/pev288
 13. **He LW, Meng QX, Li DY, Zhang YW, Ren LP. 2015.** Meat quality, oxidative stability and blood parameters from Graylag geese offered alternative úber sources in growing period. *Poultry Sci* 94: 750-757 doi: 10.3382/ps/pev020
 14. **Jiménez-Moreno E, González-Alvarado JM, González-Sánchez D, Lázaro R, Mateos GG. 2010.** Effects of type and particle size of dietary fiber on growth performance and digestive traits of broilers from 1 to 21 days of age. *J Poult Sci* 89: 2197-2212. doi: 10.3382/ps.2010-00771
 15. **Jin SK, Hur IC, Jeong JY, Choi YJ, Choi BD, Kim BG, Hur SJ. 2011.** The development of imitation crab sticks by substituting spent laying hen meat for Alaska Pollack. *J Poult Sci* 90: 1799-1808. doi: 10.3382/ps.2010-01303
 16. **Kimiaetalab MV, Cámara L, Mirzaie Goudarzi S, Jiménez-Moreno E, Mateos GG. 2017.** Effects of the inclusion of sunflower hulls in the diet on growth performance and digestive tract traits of broilers and pullets fed a broiler diet from zero to 21 d of age. A comparative study. *J Poult Sci* 96: 581-592. doi: 10.3382/ps/pew263
 17. **Kwak H, Austic RE, Dietert RR. 1999.** Influence of dietary arginine concentration on lymphoid organ growth in chickens. *J Poult Sci* 78:1536-1541. doi: 10.1093/ps/78.11.1536
 18. **Laudadio V, Nahashon SN, Tufarelli V. 2012.** Growth performance and carcass characteristics of guinea fowl broilers fed micronized-dehulled pea (*Pisum sativum* L) as a substitute for soybean meal. *J Poult Sci* 91: 2988-2996. doi: 10.3382/ps.2012-02473

19. **[MINAGRI] Ministerio de Agricultura y Riego. 2018.** Producción y comercialización de productos avícolas. Lima, Perú. Boletín estadístico mensual del sector avícola 2018. [Internet]. Disponible en: <https://www.minagri.gob.pe/portal/boletin-estadistico-mensual-de-la-produccion-y-comercializacion-avicola/sector-avicola-2018>
20. **Molnár A, Zoons J, Buyse J and Delezie E. 2017.** Extending the laying cycle of laying hens. In: XVII European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products. Edinburgh, UK
21. **Mourao JL, Pinheiro VM, Prates JAM, Bessa RJB, Ferreira LMA, Fontes CMG, Ponte PIP. 2008.** Effect of dietary dehydrated pasture and citrus pulp on the performance and meat quality of broiler chickens. *J Poult Sci* 87: 733-743. doi: 10.3382/ps.2007-00411
22. **Ponte PI, Mendes I, Quaresma M, Aguiar MN, Lemos JP, Ferreira LM, Soares MA, et al. 2004.** Cholesterol levels and sensory characteristics of meat from broilers consuming moderate to high levels of alfalfa. *J Poult Sci* 83: 810-814. doi: 10.1093/ps/83.5.810
23. **Ponte PI, Prates JA, Crespo JP, Crespo DG, Moura JL, Alves SP, Bessa RJ, et al. 2008.** Improving the lipid nutritive value of poultry meat through the incorporation of a dehydrated leguminous-based forage in the diet for broiler chicks. *J Poult Sci* 87: 1587-1594. doi: 10.3382/ps.2007-00446
24. **Quintana JA. 2013.** Avitecnia. 4° ed. México: Trillas. 406 p.
25. **Rizzi C, Chiericato GM. 2010.** Chemical composition of meat and egg yolk of hybrid and Italian breed hens reared using an organic production system. *J Poult Sci* 89: 1239-1251. doi: 10.3382/ps.2008-00045
26. **Rizzi C, Marangon A, Chiericato GM. 2007.** Effect of genotype on slaughtering performance and meat physical and sensory characteristics of organic laying hens. *J Poult Sci* 86: 128-135. DOI: 10.1093/ps/86.1.128
27. **Sato K, Takahashi K, Tohno M, Miura Y, Kamada T, Ikegami S, Kitazawa H. 2009.** Immunomodulation in gut-associated lymphoid tissue of neonatal chicks by immunobiotic diets. *J Poult Sci* 88: 2532-2538. doi: 10.3382/ps.2009-0029
28. **SAS Institute. 2004.** SAS User's Guide: Statistics. Version 8 edition. SAS Institute Inc., Cary NC.
29. **Tambini A, Alba M, Perales R, Falcón N. 2010.** Evaluación anatómo-histopatológica de bursa, timo y bazo de pollos de carne criados sobre cama reutilizada vs. cama nueva. *Rev Inv Vet Perú* 21: 180-186. doi:10.15381/rivep.v2-1i2.135
30. **Tizard I. 2018.** Inmunología veterinaria. 10° ed. Barcelona: Elsevier. 552 p.
31. **Tong HB, Wang Q, Lu J, Zou JM, Chang LL, Fu SY. 2014.** Effect of free-range days on a local chicken breed: growth performance, carcass yield, meat quality, and lymphoid organ index. *J Poult Sci* 93: 1883-1889. doi: 10.3382/ps.2013-03470
32. **Vaithyanathan S, Naveena BM, Muthukumar M, Girish PS, Ramakrishna C, Sen AR, Babji Y. 2008.** Biochemical and physicochemical changes in spent hen breast meat during postmortem aging. *J Poult Sci* 87: 180-186. doi: 10.3382/ps.2007-00068
33. **Webster AB, Fletcher DL, Savage SI. 1996.** Humane on-farm killing of spent hens. *J Appl Poultry Res* 5: 191-200. doi: 10.1093/japr/5.2.191
34. **Xu Y, Stark CR, Ferket PR, Williams CM, Auttawong S, Brake J. 2015.** Effects of dietary coarsely ground corn and litter type on broiler live performance, litter characteristics, gastrointestinal tract development, apparent ileal digestibility of energy and nitrogen, and intestinal morphology. *J Poult Sci* 94: 353-361 doi: 10.3382/ps/peu016