

Efecto de la manteca de cerdo criollo cajamarquino como reemplazo dietario de los aceites de soya y palma sobre la respuesta productiva y metabolitos plasmáticos del pavo

Effect of Cajamarca creole pig lard as a dietary replacement for soybean and palm oils on the productive response and plasma metabolites of turkey

Manuel Paredes^{1*}, Marx Quintana¹, José Mantilla¹

RESUMEN

Se evaluó el efecto de tres fuentes de lípidos en la dieta de pavos de engorde de la línea Hybrid Converter sobre el crecimiento, peso de carcasa y metabolitos sanguíneos. Un total de 90 pavos machos de 43 días de edad se distribuyeron aleatoriamente en 3 tratamientos con 5 repeticiones y 6 aves por grupo. Los pavos recibieron dietas isonutricionales suplementadas con manteca de cerdo criollo cajamarquino (MCCC), aceite de soya (AS) o aceite de palma (AP). Los pavos de 43 a 70 días con MCCC y AP tuvieron mejor ganancia de peso corporal, menor consumo de alimento y mejor conversión alimenticia ($p < 0.05$) que los del tratamiento AS; sin embargo, no hubo diferencias entre tratamientos durante la fase de finalización (71-98 días) ni en el total periodo de engorde (43-98 días). El peso de la carcasa en MCCC y AS fue mayor que en AP; además, redujeron ($p < 0.05$) el peso relativo del hígado y el porcentaje de grasa abdominal en comparación con AP. Los triglicéridos y el colesterol total en sangre fueron menores ($p < 0.05$) en AS y MCCC que en AP. Asimismo, el MCCC disminuyó ($p < 0.05$) el contenido de malondialdehído en sangre. Se concluye que la MCCC en pavos de engorde de 43 a 98 días de edad puede reemplazar el AS y AP en la dieta, ya que no genera efectos negativos ni disminución de los indicadores evaluados.

Palabras clave: pavo, manteca de cerdo, rendimiento productivo, metabolitos lipídicos

¹ Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias, Universidad Nacional de Cajamarca, Perú
*E-mail: mparedes@unc.edu.pe

Recibido: 18 de mayo de 2023

Aceptado para publicación: 3 de enero de 2024

Publicado: 29 de febrero de 2024

©Los autores. Este artículo es publicado por la Rev Inv Vet Perú de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original

ABSTRACT

The effect of three sources of lipids in the diet of fattening turkeys from the Hybrid Converter line on growth, carcass weight and blood metabolites were evaluated. A total of 90 43-day-old male turkeys were randomly distributed into 3 treatments, with 5 repetitions and 6 birds per group. The turkeys received isonutritional diets supplemented with Cajamarca Creole lard (MCCC), soybean oil (AS) or palm oil (AP). Turkeys aged 43 to 70 days with MCCC and AP had better body weight gain, lower feed consumption and better feed conversion ($p < 0.05$) than those with the AS treatment; However, there were no differences between treatments during the finishing phase (71-98 days) nor in the total fattening period (43-98 days). The carcass weight in MCCC and AS was greater than in AP, in addition, they reduced ($p < 0.05$) the relative weight of the liver and the percentage of abdominal fat compared to AP. Triglycerides and total cholesterol in blood were lower ($p < 0.05$) in AS and MCCC than in AP, likewise, MCCC decreased ($p < 0.05$) the malondialdehyde content in blood. It is concluded that MCCC in fattening turkeys from 43 to 98 days of age can replace AS and AP in the diet, since it does not generate negative effects or a decrease in the evaluated indicators.

Key words: turkey, lard, productive performance, lipid metabolites

INTRODUCCIÓN

Las grasas y los aceites se incluyen en las dietas de pavos de engorde como ingredientes de alto contenido energético, aunque sus estructuras químicas son extremadamente variables, pudiendo ser los aceites vegetales más digestibles que las grasas de origen animal (Mossab *et al.*, 2000). Las grasas o triacilgliceroles son ésteres de ácidos grasos (AG) con glicerol, pudiendo variar de acuerdo con la naturaleza y situación de los AG, número de carbonos en la cadena de AG y la saturación o insaturación de los AG, que determinan el grado de solidificación a temperatura ambiente y la denominación de grasa o aceite cuando se encuentran en estado sólido o líquido (McDonald *et al.*, 2013). En consecuencia, existen diferentes tipos y variedades de grasas con diferentes proporciones de AG.

El aceite de palma contiene 48% de AG palmítico y 33% de oleico (Song *et al.*, 2022), mientras que el aceite de soya contiene 51% de ácido linoleico y 21% de ácido y oleico

(Dong *et al.*, 2018). Por otro lado, se reporta para la manteca de cerdo valores de ácido palmítico entre 27 y 43% y de ácido oleico entre 37 y 44% (Liu *et al.*, 2019; de Blas *et al.*, 2019). Estas variaciones en la manteca de cerdo son debido fundamentalmente a que la composición de la grasa está influenciada por el perfil lipídico de la dieta consumida (Jansen *et al.*, 2015). También existen otros ingredientes lipídicos utilizados en alimentación de aves, tales como los aceites vegetales de colza, coco, maní, girasol, linaza, maíz, oliva, ajonjolí, y semilla de uva, entre otros (Pekel *et al.*, 2012; Huo *et al.*, 2019; Tae-Kyung *et al.*, 2021; Ma *et al.*, 2022), así como las grasas de origen animal como las de aves, sebo bovino, aceite de pescado, y aceite de larva de mosca, entre otras (Yoo *et al.*, 2020; Güz *et al.*, 2019).

Las fuentes de lípidos pueden influenciar en el rendimiento productivo de las aves (Ribeiro *et al.*, 2013). Investigaciones en patos Pekín de 15 a 40 días de edad indican que, dietas con manteca de cerdo (MC) y aceite de palma (AP) mejoraron los pesos corporales en comparación con el aceite de

soya (AS) y se obtuvieron mejores conversiones alimenticias en los grupos de AS y MC (Liu *et al.*, 2019). En pollos de engorde no se observaron diferencias marcadas en el crecimiento por efecto del uso del sebo bovino o aceite de linaza en la dieta, pero se encontró disminución de AG saturados (AGS) y aumento de AG insaturados (AGI) linolénico y linoleico en pechuga y muslo, por efecto del aceite de linaza (López-Ferrer *et al.*, 2001).

El Perú cuenta con una población de más de tres millones de cerdos, mayormente en la región de la sierra, siendo el cerdo criollo el principal genotipo (INEI, 2022). En la región Cajamarca se benefician anualmente cerca de 300 mil cerdos con pesos promedio de 60 kg que producen entre 5 y 8 kg de grasa de cobertura, la cual es separada de la carcasa antes de comercializarse (Paredes *et al.*, 2017). Esta grasa es sometida a cocción para la obtención de la manteca, y es utilizada como ingrediente en la actividad gastronómica, aunque contiene grandes cantidades de AGS (Cui *et al.*, 2019). El uso de la grasa del cerdo criollo cajamarquino, bajo la forma de manteca en la dieta de pavos podría reducir los costos de alimentación de pavos y de manera general en la avicultura peruana (Verge-Merida *et al.*, 2022); sin embargo, se requiere una evaluación previa para asegurar un adecuado desempeño del pavo, bajo prácticas de producción comercial.

El AS en Perú es un ingrediente importado de alto costo, lo que provocaría elevar los costos de producción de la carne de pavo. El AP es producido en la selva peruana, aunque su traslado hasta la región de la sierra demanda un largo recorrido por vía terrestre que encarece el producto, teniendo su oferta un precio similar al de AS. Por esta razón, se propone el uso de un subproducto e ingrediente lipídico producido localmente. El objetivo de este trabajo fue evaluar la manteca de cerdo criollo cajamarquino (MCCC) en la dieta del pavo de engorde de 43 a 98 días de edad, en comparación con otras fuentes de lípidos, como el AS y AP.

MATERIALES Y MÉTODOS

Grasas Experimentales

El AS y el AP fueron adquiridos de una empresa privada de alimentos para animales (Trujillo, Perú) y la MCCC fue obtenida en la ciudad de Cajamarca, a partir de grasa de cobertura de cerdo adquirida en carnicerías ubicadas en dos mercados de abastos. Se utilizaron 89.2 kg de AS, 92.5 kg de AP y 119.6 kg de grasa de cobertura de cerdo. La grasa de cobertura troceada se sometió a cocción durante 30 min en ollas de capacidad de 50 kg. Luego de 30 min de enfriamiento se filtró la grasa líquida, separándose fragmentos de tejidos conectivo y muscular. Al cabo de 4 h de enfriamiento se encuentra la manteca de consistencia pastosa y color blanquecino. El rendimiento promedio de manteca a partir de la grasa de cobertura colectada en los mercados de abastos fue de 76%.

Todas las muestras de AS, AP y MCCC se analizaron por duplicado en el Laboratorio de Química de la Universidad Nacional de Cajamarca (UNC) para índices de yodo y de saponificación. Así como para el valor de peróxidos. El porcentaje de ácidos grasos de las fuentes lipídicas se describe tal como lo reportan Verge-Mérida *et al.* (2022), Dong *et al.* (2018) y Jansen *et al.* (2015). El valor energético de los alimentos lipídicos para aves se expresa como energía metabolizable aparente corregida por nitrógeno (EMAn), según lo reportado por Blas *et al.* (2019). En el Cuadro 1 se muestran los porcentajes de ácidos grasos, las características fisicoquímicas y el valor energético del AS, AP y MCCC. Los índices de yodo y saponificación se determinaron según los procedimientos reportados por Adrian *et al.* (2000). Para la determinación del valor de peróxidos se utilizó un fotómetro portátil HANNA (Italia), que cuenta con un rango de determinación de 0 a 25 meq de O₂/kg.

Cuadro 1. Ácidos grasos¹, características fisicoquímicas² y valor energético³ de las fuentes lipídicas evaluadas

Ácidos grasos, %	Aceite de soya	Aceite de palma	Manteca de cerdo
C 14:0	0.08	0.96	1.50
C 16:0	10.47	42.56	24.90
C 16:1	0.08	0.16	3.20
C 18:0	3.92	4.53	11.80
C 18:1 n-9	21.30	40.80	43.00
C 18:2 n-6	51.24	9.50	11.30
C 18:3 n-3	6.31	0.30	0.90
C 20:1 n-9	0.20	0.15	1.30
Índice de yodo, g/100 g	119.49	64.17	68.25
Índice de saponificación, mg KOH/g	198.14	204.76	201.64
Valor de peróxidos	5.71	7.98	3.91
EMAn, kcal/kg	9000	8150	8685

¹ Valores de ácidos grasos reportados por Verge-Mérida *et al.* (2022) para el aceite de palma, Dong *et al.* (2018) para el aceite de soya y Jansen *et al.* (2015) para la manteca de cerdo

² Valores determinados en el Laboratorio de Química de la Universidad Nacional de Cajamarca

³ Valores de EMAn: Energía metabolizable corregida por nitrógeno, reportados por de Blas *et al.* (2019)

Diseño Experimental y Dietas

El estudio se realizó en las instalaciones avícolas de la UNC. Se seleccionaron 90 pavos de engorde machos de 6 semanas de edad de la línea Hybrid Converter, criados en la misma granja. Las aves se distribuyeron en 15 corrales de 5 m², a razón de 6 pavos por corral. Cada tratamiento contó con 5 corrales dietéticos (5 repeticiones por tratamiento y cada repetición de 6 pavos). En cada corral se dispuso el alimento y agua *ad libitum* durante todo el estudio. Las condiciones ambientales de temperatura, ventilación y humedad se controlaron mediante el uso y manejo de cortinas y camas de viruta, lográndose temperaturas superiores a 18 °C, medidos a la altura del dorso del pavo.

Se utilizó un programa de alimentación de tres fases, consistente en una dieta de inicio de 0 a 42 d, una dieta de crecimiento de 43 a 70 d y una dieta de finalización de 71 a 98 d, todas en forma de harina. Los ingredientes de las dietas y el contenido nutricional

se muestran en el Cuadro 2. Los piensos fueron formulados para cubrir los requerimientos establecidos por Hybrid Turkeys (2013). La dieta de inicio fue común a todos los animales. Para las dietas de crecimiento y finalización se consideró la adición de tres fuentes lipídicas: aceite de soya (AS), aceite de palma (AP) y manteca de cerdo criollo cajamarquino (MCCC) para cada uno de los tres tratamientos experimentales.

Desempeño Productivo

Al inicio del experimento se pesaron todos los pavos. Al final de cada periodo de 4 semanas se registró el peso corporal de los pavos y el consumo de alimento. El índice de conversión alimenticia (ICA) se calculó para cada corral y tratamiento a partir de la ganancia de peso corporal y el consumo de alimento. Los pesos del pavo y alimento fueron determinados en una balanza electrónica de plataforma marca TCS de 100 kg de capacidad y precisión de 10 g. Los pesos iniciales y finales del pavo de cada periodo permitieron

Cuadro 2. Ingredientes y contenido nutricional de las dietas de inicio, crecimiento y finalización (base fresca) para pavos de engorde

	Inicio (0-42 d)	Crecimiento (43-70 d)			Finalización (71-98 d)		
		AS	AP	MCCC	AS	AP	MCCC
Ingredientes, %							
Maíz amarillo	40	45	45	45	45	45	45
Polvillo de arroz	8	10.7	10.7	10.7	14.5	14.5	14.5
Torta de soya	40	35	35	35	32	32	32
Harina de pescado	8	3	3	3	--	--	--
Aceite de soya	--	2	--	--	6	--	--
Aceite de palma	--	--	2	--	--	6	--
Manteca de cerdo	--	--	--	2	--	--	6
Carbonato de Ca	1.5	1.6	1.6	1.6	1.8	1.8	1.8
Fosfato dicálcico	1.8	1.8	1.8	1.8	1.7	1.7	1.7
Sal común	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Bicarbonato de Na	0.1	--	--	--	--	--	--
DL-Metionina	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
L-Lisina-HCl	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3
Premix ¹	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Contenido nutricional (%)							
Materia seca	88.22	88.24	88.24	88.24	88.65	88.65	88.65
Proteína cruda	26.88	22.55	22.55	22.55	19.81	19.81	19.81
Fibra cruda	3.88	3.87	3.87	3.87	3.81	3.81	3.81
Lisina	1.72	1.39	1.39	1.39	1.27	1.27	1.27
Metionina	0.65	0.55	0.55	0.55	0.49	0.49	0.49
Calcio	1.39	1.18	1.18	1.18	1.09	1.09	1.09
P disponible	0.71	0.58	0.58	0.58	0.47	0.47	0.47
EMAn, Kcal/kg	2764	2823	2806	2817	3075	3024	3056

¹ Cada kg contiene: Vit. A 10 000 mil UI, Vit. D3 3 000 mil UI, Vit. E 12 000 UI, Vit. K3 2.5 g, tiamina 2 g, riboflavina 6 g, cianocobalamina 12 mg, ácido pantoténico 16 g, ácido fólico 21.5 g, niacina 120 mg, Mn 65 g, Zn 65 g, Fe 80 g, Cu 10 g, I 1 g, Se 200 mg. Producto comercializado como Proapack® Pavos (Montana S.A., Perú)

AS: Aceite de soya. AP: Aceite de palma. MCCC: Manteca de cerdo criollo cajamarquino

EMAn: Energía metabolizable corregida por nitrógeno

determinar la ganancia media diaria (GMD), dividiendo las ganancias de peso entre los días de duración de cada fase y de todo el experimento. Se determinó la ingesta diaria de alimento (IDA) promedio por ave por cada fase alimenticia y de todo el experimento. El índice de conversión alimenticia (ICA) fue determinado por la relación IDA/GMD.

Evaluación de la Carcasa y Órganos

En la planta de procesamiento de aves de corral de la UNC Se faenaron dos pavos por corral, 10 por tratamiento, elegidos al azar a los 98 días del estudio. Se registró el peso vivo de las aves previo al sacrificio y de la carcasa a los 45 minutos después del sacrifi-

cio. Asimismo, se pesó la grasa abdominal, corazón e hígado. El porcentaje de rendimiento de carcasa y de las demás partes se calculó con base al peso vivo. Para el pesado del pavo previo al sacrificio y de la carcasa se utilizó la báscula digital Seattle Alki Scientific (capacidad: 30 kg; precisión: ± 0.5 g). La grasa abdominal, corazón e hígado fueron pesados en balanza KERN (capacidad: 2100 g; precisión: ± 0.01 g). Se consideró como carcasa todo el cuerpo del animal incluyendo las vísceras comestibles teniendo en cuenta el criterio comercial (Paredes *et al.*, 2022).

Metabolitos Sanguíneos

Se tomaron muestras de sangre en tubos con heparina de la vena alar de 15 pavos, uno por corral, 5 pavos por tratamiento, a las 14 semanas de edad. Las aves estuvieron en ayuno las 12 h previos al muestreo. Se recogieron muestras de sangre en tubos estériles que contenían heparina como anticoagulante para el análisis de los parámetros bioquímicos. Las muestras refrigeradas se centrifugaron durante 15 min y el plasma obtenido se almacenó a -20 °C hasta su análisis.

Las concentraciones de triacilgliceroles (TAG) y colesterol total (CT) se midieron utilizando un analizador bioquímico automático (Plasma Diagnostic Instruments, Horiba, Japón). Las muestras también se analizaron para determinar la concentración del producto final de la oxidación de los tejidos lipídicos, malondialdehído (MDA), según Ledwozyw *et al.* (1986).

Análisis Estadístico

Todos los datos se analizaron mediante los procedimientos GLM del programa SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC), bajo un diseño completamente al azar. Las diferencias entre las medias de los tratamientos se determinaron mediante la prueba Tukey. El valor de $p < 0.05$ indicó significancia estadística.

RESULTADO Y DISCUSIÓN

Desempeño en Crecimiento

Los efectos de las fuentes lipídicas experimentales sobre el rendimiento del pavo de engorde se muestran en el Cuadro 3. En la fase de 43-70 días, las aves alimentadas con AS tuvieron una mayor GMD ($p=0.043$) y valores más bajos de IDA e ICA ($p=0.037$ y $p=0.039$, respectivamente) que los pavos alimentados con AP y MCCC; sin embargo, no hubo diferencias ($p > 0.05$) en el periodo de finalización 71-98 entre tratamientos ni al considerar al periodo total de 43 a 98 días ($p > 0.05$).

Los resultados muestran que la inclusión de AS, rico en AGI oleico y linoleico, mejoró los parámetros de rendimiento y la eficiencia alimenticia en el periodo de crecimiento (de 43 a 70 días), mas no en el de finalización (de 71 a 98 días) ni en la prueba general. Los resultados de la primera fase de crecimiento concuerdan con Crespo y Esteve-García (2001), quienes encontraron un aumento en la eficiencia alimenticia de pollos de engorde en crecimiento alimentados con aceites vegetales con perfiles de AG similar al del AS. La mejor eficiencia alimenticia inicial mostrada con la dieta con AS podría atribuirse al mayor grado de insaturación de los AG del AS, ya que se ha demostrado que la digestibilidad de los aceites es mayor con el aumento del grado de insaturación de los AG (Rodríguez-Sánchez *et al.*, 2021; Jiménez-Moya *et al.*, 2021). Se ha descrito que un mayor contenido de AG monoinsaturados (AGMI) como el ácido oleico diluye el contenido energético de la fuente de grasa añadida (Varona *et al.*, 2021). Por lo tanto, contenidos más altos de AGMI en el AP y MCCC tienen relación directa con los valores más bajos de EMAn en la dieta. Esto también, pudo haber generado mayor GMD y menor IDA en pavos alimentados con AS durante el periodo de crecimiento (de 43 a 70 d) en com-

Cuadro 3. Efectos de tres fuentes lipídicas sobre el rendimiento del pavo en crecimiento¹ según fases y tratamientos

Fase	AS	AP	MCCC	SEM	<i>p value</i>
43-70 d					
GMD, g	155 ^a	138 ^b	144 ^b	4.98	0.043
IDA, g/ave	301 ^b	317 ^a	310 ^a	4.63	0.037
ICA	1.94 ^b	2.29 ^a	2.15 ^a	0.31	0.039
71-98 d					
GMD, g	218	217	222	1.53	0.312
IDA, g/ave	491	506	494	4.58	0.096
ICA	2.26	2.33	2.23	0.03	0.408
43-98 d					
Peso inicial, kg	2.54	2.61	2.58	0.02	0.619
GMD, g	186	177	183	2.65	0.304
IDA, g/ave	396	412	402	4.67	0.273
ICA	2.13	2.32	2.19	0.06	0.108
Peso final, kg	12.98	12.57	12.85	0.12	0.101

¹ Cada valor representa la media de 5 repeticiones. Cada repetición estuvo conformada por 6 pavos

AS: Aceite de soja; AP: Aceite de palma; MCCC: Manteca de cerdo criollo cajamarquino

GMD: Ganancia media diaria; IDA: Ingesta media diaria; ICA: índice de conversión alimenticia

SEM: Error estándar de la media

^{a, b} Las medias dentro de filas con superíndices diferentes son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$)

paración con AP y MCCC, que incrementaron su consumo de alimento para cubrir sus requerimientos energéticos.

En general, entre los factores que pueden afectar el rendimiento del pavo de engorde se encuentra la edad de las aves (Huo *et al.*, 2019), el cual pudiera haber influenciado los resultados en fase de finalización, donde no se evidenció el efecto de las tres fuentes lipídicas en el desempeño de los pavos. Tampoco se notó el efecto en los resultados generales de rendimiento (43 a 98 días), debido a un posible crecimiento compensatorio del pavo, que suele darse por restricción nutricional y energética en una fase previa (Crouch *et al.*, 2002; Riek *et al.*, 2008), y que fue retribuida en la fase de finalización, cuando AP y MCCC tuvieron mejores respuestas biológicas. En el presente estudio, las tres fuentes de lípidos (AS, AP y MCCC)

permitieron que los pavos logren similares indicadores de rendimiento, por lo que la MCCC podría ser una alternativa al AS y AP en la alimentación del pavo de engorde a nivel de la región andina del Perú.

Características de Carcasa

En el Cuadro 4 se observan los valores promedio del rendimiento de carcasa, pesos relativos de corazón, hígado y grasa abdominal de pavos sacrificados a las 14 semanas de edad alimentados con tres fuentes lipídicas. Se encontraron diferencias significativas en el rendimiento de carcasa a favor del tratamiento con AS y MCCC ($p < 0.05$) y en los pesos relativos de hígado y grasa abdominal a favor del AP; sin embargo, no se encontraron diferencias en el peso de corazón entre tratamientos ($p > 0.05$).

Cuadro 4. Efectos de tres fuentes lipídicas sobre el rendimiento de carcasa de pavos y peso relativo de corazón, hígado y grasa abdominal (%)¹

	Aceite de soya	Aceite de palma	Manteca de cerdo criollo cajamarquino	SEM	<i>p-value</i>
Carcasa	86.44 ^a	84.19 ^b	86.13 ^a	0.70	0.034
Corazón	0.38	0.41	0.39	0.01	0.318
Hígado	1.06 ^b	1.22 ^a	1.08 ^b	0.05	0.041
Grasa abdominal	1.41 ^b	1.75 ^a	1.45 ^b	0.11	0.048

¹Cada valor representa la media de 5 repeticiones. Cada repetición estuvo conformada por 2 pavos

SEM: Error estándar de la media

^{a,b} Las medias dentro de una fila que no comparten igual superíndice difieren significativamente ($p < 0.05$)

Cuadro 5. Efectos de las diferentes fuentes lipídicas sobre los valores plasmáticos de colesterol total, triacilgliceroles y malondialdehído en pavos¹

	Aceite de soya	Aceite de palma	Manteca de cerdo criollo cajamarquino	SEM	<i>p-value</i>
Colesterol total (nmol/mL)	2.10 ^c	2.98 ^a	2.47 ^b	0.26	0.041
Triacilgliceroles, (nmol/mL)	0.86 ^c	1.39 ^a	1.04 ^b	0.16	0.003
Malondialdehído, (μmol/L)	1.50 ^a	1.43 ^a	1.26 ^b	0.07	0.038

¹Cada valor representa la media de 5 repeticiones. Cada repetición estuvo conformada por las muestras de sangre de un pavo

SEM: Error estándar de la media

^{a,b,c} Las medias dentro de una fila que no comparten igual superíndice difieren estadísticamente ($p < 0.05$)

En el presente estudio, la diferencia química entre el AS y MCCC no influyó un cambio significativo de los pesos relativos de la carcasa, corazón, hígado y grasa abdominal de los pavos, a diferencia de lo sucedido con los pavos que consumieron AP, que condujo a menor rendimiento de carcasa y mayor peso relativo de hígado y grasa abdominal. Hünigen *et al.* (2016) mencionan que el peso corporal y del hígado de los pavos de engorde aumentan a un ritmo más rápido que los de pavos autóctonos, pero el peso relativo del hígado de los pavos comerciales disminuye de 2.7 a 0.9% a medida que avanza la

edad del animal, lo que ocasionaría cierto desbalance en el desarrollo entre el peso del animal y los de hígado, incluido el corazón.

Alimentar pollos de engorde con lípidos que contienen mayoritariamente AGI conduce a un menor peso relativo de la grasa abdominal (Huo *et al.*, 2019), que a su vez guarda relación con el menor peso relativo del hígado, tal y como se observa en el presente estudio. Estos resultados coinciden con el contenido de AGI (suma de C 18:1, C 18:2 y C 18:3) de las fuentes lipídicas, el cual es mayor en el AS y MCCC que en el AP, se-

gún se puede determinar del Cuadro 1. Esto concuerda también con los resultados obtenidos en pollos de engorde, en los que se redujo la grasa abdominal al reemplazar el sebo con el aceite de girasol o el aceite de linaza, ricos en AGI (Wongsuthavas *et al.*, 2007). Los datos de rendimiento de carcasa y pesos relativos de algunos órganos del pavo corroboran que la MCCC podría reemplazar al AS y AP en las dietas de crecimiento y finalización del pavo de engorde.

Metabolitos en Sangre

La concentración de colesterol total y triglicéridos en sangre disminuyeron ($p < 0.05$) en el tratamiento MCCC en comparación con el tratamiento AP, mientras que el tratamiento AS tuvo los valores más bajos de CT y TAG (Cuadro 5). El contenido de malondialdehído fue menor ($p < 0.05$) con la dieta MCCC que con las dietas AS y AP.

Se indica que una dieta rica en grasas es un factor de riesgo para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares debido a la inducción de hiperlipidemia, aterosclerosis y alteración del metabolismo de los lípidos (Onody *et al.*, 2003). Sin embargo, en pavos se recomienda utilizar un mínimo de 5% de grasa en la dieta, a partir de las ocho semanas de edad, por su efecto beneficioso en el crecimiento y la eficiencia alimenticia (Lázaro *et al.*, 2003). Los hallazgos del presente estudio muestran menor concentración de CT y TAG en pavos del tratamiento AS, lo que guarda relación con el mayor contenido de AGI (suma de C 18:1, C 18:2 y C 18:3) en las grasas evaluadas. El referido contenido es mayor en el AS que en la MCCC y en la manteca más que en el AP (Cuadro 1), lo cual concuerda con Febel *et al.* (2008), quienes informaron niveles plasmáticos de CT y TAG más bajos en pollos de engorde alimentados con suplementos de aceite de girasol en comparación con los que recibieron manteca de cerdo o sebo. El menor nivel de CT en sangre en pavos con dietas con AS o MCCC también podría atribuirse a una disminución del colesterol libre (Huo *et al.*,

2019). Además, el menor nivel de TAG en sangre en el tratamiento con AS pudo deberse al contenido del factor omega en las fuentes lipídicas (Cuadro 1), con contenidos de AG n-3 mayor a 6% en el AS y en la MCCC y AP menores de 1%.

Los niveles de MDA en los tratamientos AS y AP (1.50 y 1.49 $\mu\text{mol/L}$, respectivamente) son similares al 1.54 $\mu\text{mol/L}$ encontrados por Grela *et al.* (2023) en pavos de 14 semanas alimentados con dietas que contenían AS. Los valores de MDA en el tratamiento MCCC indican una menor oxidación lipídica, lo cual concuerda con el valor de peróxidos indicado en el Cuadro 1. Es importante indicar que en el presente trabajo no se consideró el periodo de almacenamiento de las grasas, siendo para la MCCC el menor tiempo por cuanto fue producido al inicio del experimento y en el mismo lugar de experimentación. Por otro lado, se reportan otros factores intervinientes que influyen en los valores de MDA, como los niveles altos de aminoácidos dietarios que tienden a disminuir los valores plasmáticos de MDA, especialmente la metionina (Jankowski *et al.*, 2017) y la histidina como mejorador de la producción de enzimas endógenas que contrarrestan los daños ocasionados por el estrés oxidativo (Kopec *et al.*, 2016). En el presente estudio este factor se descarta por cuanto las dietas experimentales fueron isonitrogenadas e isoaminoacídicas.

CONCLUSIONES

- La manteca de cerdo criollo cajamarquino suministrado en la dieta de pavos de engorde desde los 43 a los 98 días de edad mejora el peso de la carcasa y los pesos relativos de hígado, corazón, grasa abdominal y valores plasmáticos de malondialdehído.
- La inclusión de manteca de cerdo en las dietas de crecimiento y finalización del pavo de engorde redujo los niveles de colesterol total y triglicéridos en sangre en comparación con el aceite de palma.

- Por los resultados obtenidos se constituye como un buen reemplazo dietario de los aceites de soya y de palma, al no generar efectos negativos o merma en los indicadores evaluados.

LITERATURA CITADA

1. **Adrian J, Potus J, Poiffait A, Dauvillier P. 2000.** Análisis nutricional de los alimentos. España: Ed. Acribia. 292 p.
2. **Crespo N, Esteve-Garcia E. 2001.** Dietary fatty acid profile modifies abdominal fat deposition in broiler chickens. *Poultry Sci* 80: 71-78. doi: 10.1093/ps/80.1.71
3. **Crouch AN, Grimes JL, Christensen VL, Krueger KK. 2002.** Effect of physical feed restriction during rearing on large white turkey breeder hens: 2. reproductive performance. *Poultry Sci* 81: 16-22. doi: 10.1093/ps/81.1.16
4. **Cui X, Gou Z, Fan Q, Li L, Lin X, Wang Y, Jiang S, Jiang Z. 2019.** Effects of dietary perilla seed oil supplementation on lipid metabolism, meat quality, and fatty acid profiles in Yellow-feathered chickens. *Poultry Sci* 98: 5714-5723. doi: 10.3382/ps/pez358
5. **de Blas C, García-Rebollar P, Gorrachategui M, Mateos GG. 2019.** Tablas de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos. 4ª ed. Madrid, España: Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. 604 p.
6. **Dong XF, Liu S, Tong JM. 2018.** Comparative effect of dietary soybean oil, fish oil, and coconut oil on performance, egg quality and some blood parameters in laying hens. *Poultry Sci* 97: 2460-2472. doi: 10.3382/ps/pey094
7. **Febel H, Mezes M, Palfy T, Herma A, Gundel J, Lugasi A, Balogh K, et al. 2008.** Effect of dietary fatty acid pattern on growth, body fat composition and antioxidant parameters in broilers. *J Anim Physiol An N* 92: 369-376. doi: 10.1111/j.1439-0396.2008.00803.x
8. **Grela E, Wesolowska-Trojanowska M, Czech A. 2023.** Antioxidant status in the blood, liver, and muscle tissue of turkey hens receiving a diet with alfalfa protein concentrate. *Poultry Sci* 102: 102521. doi: 10.1016/j.psj.2023.102521
9. **Güz BC, Molenaar R, de Jong LC, Kemp B, van den Brand H, van Krimpen M. 2019.** Effects of dietary organic minerals, fish oil, and hydrolyzed collagen on growth performance and tibia characteristics of broiler chickens. *Poultry Sci* 98: 6552-6563. doi: 10.3382/ps/pez427
10. **Hünigen H, Mainzer K, Hirschberg RM, Custodis P, Gemeinhardt O, Al Masri S, Richardson KC, et al. 2016.** Structure and age-dependent development of the turkey liver: a comparative study of a highly selected meat-type and a wild-type turkey line. *Poultry Sci* 95: 901-911. doi: 10.3382/ps/pev358
11. **Huo W, Li M, Wang J, Wang Z, Huang Y, Chen W. 2019.** Effects of dietary lipid sources on growth performance, nutrient digestibility, blood T lymphocyte subsets, and cardiac antioxidant status of broilers. *Anim Nutr* 5: 68-73. doi: 10.1016/j.aninu.2018.-04.004
12. **Hybrid Turkeys. 2013.** A Hendrix Genetix. [Internet]. Disponible en: www.hybridturkey.com
13. **[INEI] Instituto Nacional de Estadística e Informática. 2022.** Perú. Censo estadístico. Sistema estadístico nacional. [Internet]. Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/Menu-Recursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1872/cap13/ind13.htm
14. **Jankowski J, Ognik K, Kubinska M, Czech A, Juskiwicz J, Zdunczyk Z. 2017.** The effect of DL-, L-isomers and DL-hydroxy analog administered at 2 levels as dietary sources of methionine on the metabolic and antioxidant parameters and growth performance of turkeys. *Poultry Sci* 96: 3229-3238. doi: 10.3382/ps/pex099

15. **Jansen M, Nuyens F, Buyse J, Leleu S, Van Campenhout L. 2015.** Interaction between fat type and lysolecithin supplementation in broiler feeds. *Poultry Sci* 94: 2506-2515 doi: 10.3382/ps/pev181
16. **Jimenez-Moya B, Martin D, Soler-Rivas C, Barroeta AC, Tres A, Sala R. 2021.** Acid versus crude oils for broiler chicken diets: *in vitro* lipid digestion and bioaccessibility. *Anim Feed Sci Tech* 276: 114926. doi: 10.1016/j.anifeedsci.-2021.114926
17. **Kopec W, Wiliczkiwicz A, Jamroz D, Biazik E, Pudlo A, Hikawczuk T, Skiba T, et al. 2016.** Antioxidant status of turkey breast meat and blood after feeding a diet enriched with histidine. *Poultry Sci* 95: 53-61. doi: 10.3382/ps/pev311
18. **Lázaro R, Mateos GG, Latorre MA. 2002.** Nutrición y alimentación de pavos de engorde. En: XVIII Curso de especialización FEDNA, p 187-204.
19. **Ledwozyw A, Michalak J, Stepień A, Kedziolka A. 1986.** The relationship between plasma triglycerides, cholesterol, total lipids and lipids peroxidation products during human atherosclerosis. *Clin Chim Acta* 155: 275-281.
20. **Liu JB, Yan HL, Zhang Y, Hu YD, Zhang HF. 2019.** Effects of dietary energy and protein content and lipid source on growth performance and carcass traits in Pekin ducks. *Poultry Sci* 98: 4829-4837. doi: 10.3382/ps/pez217
21. **López-Ferrer S, Baucells MD, Barroeta AC, Galobart J, Grashorn MA. 2001.** n-3 enrichment of chicken meat. 2. Use of precursors of long-chain polyunsaturated fatty acids: linseed oil. *Poultry Sci* 80: 753-761. doi: 10.1093/ps/80.6.753
22. **Ma H, Liang Z, Wu H, Du C, Ren Z, Yang X, Yang X, 2022.** Effects of *in ovo* feeding and dietary addition oils on growth performance and immune function of broiler chickens. *Poultry Sci* 101: 101815. doi: 10.1016/j.psj.2022.-101815
23. **McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD, Morgan CA, Sinclair LA, Wilkinson RG. 2013.** *Animal nutrition*. 7th ed. Ed. Pearson. 692 p.
24. **Mossab A, Hallouis JM, Lessire M. 2000.** Utilization of soybean oil and tallow in young turkeys compared with young chickens. *Poultry Sci* 79: 1326-1331. doi: 10.1093/ps/79.9.1326
25. **Onody AM, Csonka C, Giricz Z, Ferdinandy P. 2003.** Hyperlipidemia induced by a cholesterol-rich diet leads to enhanced peroxidative formation in rat hearts. *Cardiovasc Res* 58: 663-670. doi: 10.1016/s0008-6363(03)00330-4
26. **Paredes M, Córdor O, Hobán C, Ortiz P. 2022.** Efectos de la semilla de linaza (*Linum usitatissimum* L) como reemplazante parcial de semilla y aceite de soya en dietas de pavo sobre el crecimiento, rendimiento de carcasa, parámetros hematológicos y metabolitos lipídicos. *Rev Inv Vet Perú* 33: e22581. doi: 10.15381/rivep.v33i2.22581
27. **Paredes M, Vallejos L, Mantilla J. 2017.** Efecto del tipo de alimentación sobre el comportamiento productivo, características de la canal y calidad de carne del cerdo criollo negro cajamarquino. *Rev Inv Vet Perú* 28: 894-903. doi: 10.15381/rivep.v28i4.13879
28. **Pekel AY, Demirel G, Midilli M, Yalcintan H, Ekiz B, Alp M. 2012.** Comparison of broiler meat quality when fed diets supplemented with neutralized sunflower soapstock or soybean oil. *Poultry Sci* 91: 2361-2369. doi: 10.3382/ps.2012-02272
29. **Ribeiro T, Lordelo MM, Alves SP, Bessa RJB, Costa P, Lemos JPC, Ferreira LMA, et al. 2013.** Direct supplementation of diet is the most efficient way of enriching broiler meat with n-3 long-chain polyunsaturated fatty acids. *Brit Poultry Sci* 54: 753-765. doi: 10.1080/00071668.2013.841861
30. **Riek A, Gerken M, Werner C, Gonde A. 2008.** Deuterium for estimating total body water and turnover rates in turkeys

- exposed to different incubation treatments. *Poultry Sci* 87: 2624-2628. doi: 10.3382/ps.2008-00249
31. **Rodriguez-Sanchez R, Tres A, Sala R, Soler MD, Guardiola F, Barroeta AC. 2021.** Effects of free-fatty-acid content and saturation degree of the dietary oil sources on lipid-class content and fatty-acid digestibility along the gastrointestinal tract in broilers from 22 to 37 days of age. *Poultry Sci* 100: 101261. doi: 10.1016/j.psj.2021.101261
32. **Song M, Zhao F, Ye X, Xie J, Sa R, Zhang G, Wang Y. 2022.** A comparative evaluation on the energetic values and digestibility of fatty acids in rice bran oil and palm oil for broilers. *Poultry Sci* 101: 101954. doi: 10.1016/j.psj.2022.101954
33. **Tae-Kyung K, Min L, Se-Myung K, Min K, Samooel J, Hae Y, Yun-Sang C. 2021.** Physiochemical properties of reduced-fat duck meat emulsion systems: effects of preemulsification with vegetable oils and duck skin. *Poultry Sci* 100:1291-1298. doi: 10.1016/j.psj.2020.-10.044
34. **Varona E, Tres A, Rafecas M, Vichi S, Barroeta AC, Guardiola F. 2021.** Composition and nutritional value of acid oils and fatty acid distillates used in animal feeding. *Animals* 11: 196. doi: 10.3390/ani11010196
35. **Verge-Merida G, Sola-Oriol D, Tres A, Verdu M, Farre G, Garces-Narro C, Barroeta AC. 2022.** Olive pomace oil and acid oil as alternative fat sources in growing-finishing broiler chicken diets. *Poultry Sci* 101: 102079. doi: 10.1016/j.psj.2022.102079
36. **Wongsuthavas S, Yuangklang C, Vasupen K, Mitchaonthai J, Isrenauul P, Wittayakun S, et al. 2007.** Assessment of de-novo fatty acid synthesis in broiler chickens fed diets containing different mixtures of beef tallow and soybean oil. *Int J Poult Sci* 6: 800-806. doi: 10.3923/ijps.2007.800.806
37. **Yoo K, Da-Hye K, Su-Been J, Jeong-Woo L, Tae-Hoon K, Hong-Gu L, Kyung-Woo L. 2020.** Black soldier fly larvae oil as an alternative fat source in broiler nutrition. *Poultry Sci* 99: 3133-3143. doi: 10.1016/j.psj.2020.01.018