

Incorporación de aceites altos en oleico en dietas para broilers: efectos sobre la grasa de depósito abdominal y rendimiento de canal

Gerard VERGE-MÈRIDA^{1*}, David SOLÀ-ORIOI¹, Georgina FARRÉ², Marçal VERDÚ², Francesc GUARDIOLA³ y Ana Cristina BARROETA¹.

¹ Servicio de Nutrición y Bienestar Animal, Departamento de Ciencia Animal y de los Alimentos, UAB, 08193 Bellaterra, España.

² Departamento de Nutrición Animal e Industria Alimentaria, bonÀrea Agrupa, 25210 Guissona, España.

³ Departamento de Nutrición, Ciencia de la Alimentación y Gastronomía-INSA-XaRTA, UB, 08921 Santa Coloma de Gramenet, España.

*Autor corresponsal: gerard.verge@uab.cat

Introducción

Las grasas y los aceites son incluidos de forma habitual en las dietas de los pollos de carne debido a su alto contenido energético y al aporte de ácidos grasos (AG) esenciales. Sin embargo, para conseguir una producción animal más eficiente y sostenible es necesario reducir la utilización de recursos naturales y la generación de residuos. En este sentido, el aceite de orujo de oliva y el aceite de orujo de oliva ácido son dos posibles fuentes de grasa alternativas para su reutilización en las dietas de los pollos de carne. Ambos son ricos en AG monoinsaturados (AGMI), y en particular en ácido oleico (C18:1 n-9). Sabemos que los AGMI se absorben mejor por parte del pollo que los saturados (AGS; Ravindran et al., 2016)), y su consumo da lugar a un incremento en el contenido de estos AG en la grasa de depósito (Skřivan et al., 2018).

El aceite de orujo de oliva está compuesto principalmente por triacilgliceroles, mientras que el aceite ácido de orujo de oliva, subproducto de su refinación química, presenta un alto contenido en AG libres (AGL; 40-60%) (Varona et al., 2021). Estudios previos han señalado que la presencia de AGL en un aceite puede comprometer su valor de energía metabolizable (Powles et al., 1993; Blanch et al., 1995; Wiseman et al., 1998). Sin embargo, resultados recientes indican que los aceites ácidos pueden incorporarse en las dietas de pollos de crecimiento y acabado sin perjudicar los rendimientos productivos (Jimenez-Moya et al., 2021; Rodriguez-Sanchez et al., 2021). Por lo tanto, nuestra hipótesis es que tanto el aceite de orujo de oliva como el aceite ácido, ambos ricos en AGMI pero con distinto contenido de AGL, son fuentes de grasa adecuadas para las dietas de crecimiento y acabado de broilers. Además, la inclusión del aceite ácido de orujo de oliva, un subproducto de la cadena alimentaria, contribuye a implementar una producción más sostenible y un sistema de economía circular, permitiendo reducir los costes de alimentación, gracias a su precio competitivo.

Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue investigar el efecto de la suplementación de aceite de orujo de oliva y aceite ácido de orujo de oliva en dietas para pollos de carne, sobre los parámetros productivos, el rendimiento de canal y el depósito de grasa abdominal.

Materiales y métodos

Animales e instalaciones

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones experimentales de bonÀrea Agrupa (granja Nial, Guissona, España). Un total de 3,048 pollos mixtos se distribuyeron a día 0 de edad en 24 corrales (127 animales por corral) y se asignaron a uno de los 3 tratamientos dietéticos (8 réplicas por tratamiento). Durante todo el estudio, los animales tuvieron acceso *ad libitum* al agua y al alimento. Las condiciones ambientales fueron controladas siguiendo las recomendaciones de la casa de genética (Aviagen, 2018). El alojamiento y el manejo de los animales se hizo de acuerdo a las directrices de la Unión Europea (2010/63/EU) y los procedimientos fueron aprobados por el comité de ética de la Universidad Autónoma de Barcelona (CEEAH).

Dietas experimentales

El programa de alimentación consistió en 4 fases, donde los piensos de pre iniciación (0 a 7 días) e iniciación (8 a 21 días) fueron comunes para todos los animales. Las dietas experimentales se administraron durante las fases de crecimiento (22 a 29 días) y acabado (30 a 39 días), que consistían en una dieta basal suplementada al 6% con 3 fuentes distintas de grasa: aceite de palma (dieta P), aceite de orujo de oliva (dieta OP) y aceite ácido de orujo de oliva (dieta OPA). La forma de presentación del pienso fue en gránulo excepto el pienso de pre iniciación, que fue en migajas. La composición de las dietas se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Ingredientes de las dietas administradas durante el estudio.

Ingredientes, %	Período común		Período experimental	
	Pre Iniciación	Iniciación	Crecimiento	Acabado
Maíz	24,51	35,57	36,11	35,99
Harina de soja 47%	36,20	30,38	23,79	19,74
Trigo	30,54	25,36	10,85	15,01
Sorgo	-	-	10,00	10,00
Harina de girasol	-	-	10,00	10,00
Aceite de soja	4,69	4,72	-	-
Aceite experimental ¹	-	-	6,00	6,00
Fosfato bicálcico	1,36	1,12	0,98	0,73
Carbonato cálcico	1,04	1,12	0,69	1,02
Premix vitamínico-mineral	0,45	0,45	0,45	0,45
Sal	0,32	0,30	0,29	0,28
DL-Metionina	0,36	0,34	0,28	0,24
L-Lisina ⁴	0,39	0,46	0,46	0,45
L-Treonina	0,12	0,14	0,09	0,08
L-Valina	0,02	0,04	0,01	0,01

¹Aceite de palma, aceite de orujo de oliva o aceite ácido de orujo de oliva.

Registros y recogida de muestras

Los parámetros productivos (en base al corral) se midieron los días 7, 21, 29 y 39 del estudio, calculando la GMD, CMD y el IC para cada período. El día 39, los animales ayunaron durante 10 horas y fueron trasladados al matadero comercial de bonÀrea Agrupa (Guissona, España), donde fueron sacrificados. Todas las canales fueron procesadas (se les retiró la sangre, plumas, vísceras, cabeza y patas) y pesadas para obtener el rendimiento de canal. Se tomaron muestras de la grasa de depósito abdominal de 6 pollos hembra por corral, se homogenizaron (pool) por cada corral y se conservaron a -20°C hasta su posterior análisis.

Tabla 2. Composición analítica de las dietas administradas durante el estudio.

Ítem	Pre Iniciación	Iniciación	Crecimiento			Acabado		
			P	OP	OPA	P	OP	OPA
Contenido nutrientes, %								
Materia seca	89,19	89,42	89,70	90,14	89,77	90,27	90,34	90,36
Proteína bruta	20,15	20,16	18,98	19,11	19,68	18,53	18,19	18,45
Extracto etéreo	5,91	5,40	7,71	7,76	7,49	8,06	7,71	8,07
Fibra bruta	3,24	3,09	4,47	4,48	4,98	5,06	4,43	4,6
Cenizas	6,13	5,45	5,38	5,17	5,46	5,62	5,54	5,81
Energía bruta, kcal/kg	4,059	4,162	4,231	4,243	4,203	4,232	4,221	4,225
Composición de ácidos grasos, %								
AGS	20,59	24,67	36,22	17,21	19,94	36,21	17,46	22,43
AGMI	19,83	25,42	34,75	54,14	46,13	35,75	54,40	45,64
AGPI	59,58	49,91	29,03	28,65	33,93	28,03	28,14	31,93
AGI:AGS	3,86	3,05	1,76	4,81	4,02	1,76	4,73	3,46

Abreviaciones: P = dieta con aceite de palma; OP = dieta con aceite de orujo de oliva; OPA = dieta con aceite ácido de orujo de oliva; AGS = ácidos grasos saturados; AGMI = ácidos grasos monoinsaturados; AGPI = ácidos grasos poliinsaturados; AGI = ácidos grasos insaturados.

Tabla 3. Clases lipídicas y contenido en humedad, impurezas e insaponificables (MIU) de los aceites experimentales incluidos en las dietas de crecimiento y acabado.

Ítem	Aceites experimentales		
	Palma	Orujo de oliva	Orujo ácido de oliva
Clases lipídicas, %			
TAG	87,98	91,09	24,47
DAG	8,67	8,38	18,60
MAG	0,05	0,32	2,34
AGL	3,31	0,21	54,59
MIU, %			
Humedad	-	-	0,73
Impurezas	0,49	0,28	1,37
Insaponificables	0,22	1,44	4,53

Abreviaciones: TAG = triacilgliceroles; DAG = diacilgliceroles; MAG = monoacilgliceroles; AGL = ácidos grasos libres.

Análisis laboratorial

Las dietas fueron analizadas de acuerdo con los métodos de AOAC International (2005). El análisis de las clases lipídicas de los aceites se realizó de acuerdo con el método descrito por Varona et al. (2021b). El análisis de los AG de las dietas se realizó mediante el método descrito por Sukhija and Palmquist (1988). La determinación de AG en la GDA se realizó mediante el método descrito por Carrapiso et al. (2000). Los extractos finales para el análisis de AG fueron inyectados en un cromatógrafo de gases de acuerdo con las condiciones descritas por Cortinas et al. (2004). La composición analítica de las dietas se presenta en la Tabla 2. Las clases lipídicas y el contenido en humedad, impurezas e insaponificables (MIU) de los aceites experimentales se muestra en la Tabla 3.

Análisis estadístico

La normalidad de los datos y la homogeneidad de las variancias se verificó mediante el procedimiento CAPABILITY del software estadístico SAS (versión 9.4, SAS Inst. Inc.; Cary, NC, EUA). Los datos se analizaron mediante el procedimiento GLM de SAS, donde se consideró el tratamiento dietético como factor principal, siendo la unidad experimental el corral. Las diferencias entre medias fueron testadas mediante el test de Tukey. Se consideraron diferencias significativas los valores de $P < 0.05$ y se discutieron tendencias cuando $0.05 < P < 0.10$.

Resultados y discusión

Parámetros productivos y rendimiento de canal

Los resultados productivos y los parámetros de canal se presentan en la Tabla 4. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos OPA y P para ningún parámetro productivo. Sin embargo, los animales alimentados con OP mostraron una mayor GMD que los alimentados con OPA ($P = 0.017$) y el IC más bajo entre los diferentes tratamientos durante la fase de crecimiento ($P = 0.004$). Para la fase de acabado, los animales alimentados con OP tuvieron los valores más bajos para el CMD y el menor IC entre los tratamientos ($P < 0.05$), así como una tendencia a presentar un mayor PV a día 39 que OPA. Considerando todo el período experimental, los animales alimentados con OP obtuvieron el menor IC entre los tratamientos ($P = 0.016$), así como una tendencia a presentar una mayor GMD que OPA ($P = 0.071$). Por otro lado, no se obtuvieron diferencias entre tratamientos para el peso o el rendimiento de canal ($P > 0.10$). Estos resultados muestran, en términos generales, un mayor rendimiento productivo en los animales alimentados con OP, mientras que aquellos alimentados con OPA mantienen un rendimiento similar al obtenido con P. Las dietas OP y OPA, en comparación con la dieta P, presentan un mayor nivel de AGI, concretamente AGMI, lo puede incrementar la digestibilidad de la grasa y dar un mayor nivel de EMA (Ravindran et al., 2016), lo que podría explicar la mejora en los rendimientos productivos. El aceite ácido de orujo de oliva, sin embargo, presenta un elevado contenido en MIU, el cual ha sido descrito como un diluyente de la EMA de la grasa (Varona et al., 2021a), lo que podría explicar las diferencias respecto a OP con quien mantiene un perfil de AG similar. Por otro lado, el mayor contenido de AGL en la dieta OPA podría haber afectado también a la digestibilidad y a la EMA, puesto que estos AGL pueden interactuar con minerales ionizados (p.ej.: Ca) a nivel intestinal formando jabones insolubles, lo que impedirá su absorción (Small, 1991).

Depósito de grasa abdominal

Los resultados del depósito de grasa abdominal se presentan en la Figura 1. Se observó que los animales alimentados con OP presentaron un mayor nivel de GDA que los alimentados con OPA ($P < 0.05$) y que los alimentados con P en términos de depósito absoluto ($P = 0.007$). Aunque OP y OPA presentaron un perfil de AG similar en la dieta, OPA mantenía un nivel ligeramente superior de AGPI, lo que se ha relacionado con un menor depósito de grasa

abdominal (Crespo and Esteve-Garcia, 2002a) debido a que éstos AGPI son preferencialmente oxidados respecto a los AGS o a los AGMI (Crespo and Esteve-Garcia, 2002b). Por otro lado, el alto contenido en AGS de la dieta P pudo causar una disminución de la EMA respecto a OP, lo que conllevaría a un menor nivel de GDA.

Tabla 4. Rendimientos productivos y parámetros de canal de los broilers alimentados con distintas fuentes de grasa añadida.

	Tratamientos dietéticos			ESM	P-valor
	P	OP	OPA		
Crecimiento (22 a 29 días)					
PV 21 días, g	944,3	945,3	944,4	4,44	0,985
PV 29 días, g	1,679	1,692	1,670	7,73	0,161
CMD, g/d	135,2	133,6	134,8	1,11	0,577
GMD, g/d	91,8 ^{ab}	93,3 ^a	90,7 ^b	0,67	0,017
IC	1,478 ^a	1,432 ^b	1,487 ^a	0,012	0,004
Acabado (30 a 39 días)					
PV 39 días, g	2,674	2,701	2,647	15,68	0,071
CMD, g/d	189,0 ^{ab}	183,2 ^b	191,5 ^a	1,81	0,013
GMD, g/d	100,2	101,0	98,9	0,95	0,296
IC	1,897 ^a	1,815 ^b	1,935 ^a	0,019	< 0,001
Período global (0 a 39 días)					
CMD, g/d	112,6	110,6	111,8	0,99	0,385
GMD, g/d	67,5	68,2	66,8	0,40	0,071
IC	1,668 ^a	1,622 ^b	1,673 ^a	0,012	0,016
Parámetros de canal					
Peso de canal, g	2,016	2,007	1,968	20,15	0,210
Rendimiento de canal, %	75,42	74,29	73,72	0,61	0,154

Abreviaciones: P = dieta con aceite de palma; OP = dieta con aceite de orujo de oliva; OPA = dieta con aceite ácido de orujo de oliva; ESM = error estándar de la media; PV = peso vivo; CMD = consumo medio diario; GMD = ganancia media diaria; IC = índice de conversión.

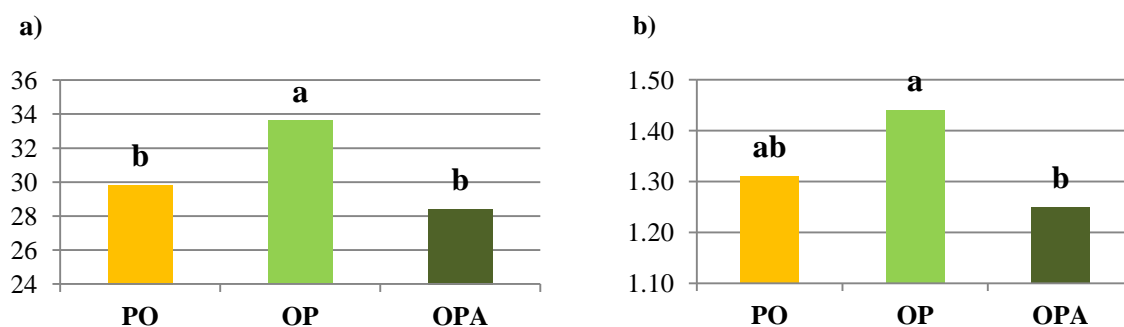


Figura 1. Depósito de grasa abdominal expresado en cantidad absoluta (g), figura a); y depósito de grasa abdominal expresado en términos relativos al peso vivo a día 39 de edad (%), figura b), en pollo broiler (n = 8 por tratamiento, 6 hembras por corral). Las columnas con una letra distinta difieren estadísticamente a $P < 0.05$.

Conclusiones

En conclusión, la incorporación de aceite de orujo de oliva al 6% en las dietas de crecimiento y acabado de broilers (de 21 días en adelante) dio lugar a mejores rendimientos productivos y un mayor depósito de grasa abdominal que la suplementación de aceite de palma o aceite ácido de orujo de oliva. Por otro lado, la sustitución del aceite de palma por el aceite ácido de orujo de oliva, rico en AGMI en forma libre, no perjudicó los rendimientos productivos ni mostró

diferencias en la GDA. Por último, la sustitución de una fuente convencional como el aceite de palma por el aceite o aceite ácido de orujo de oliva no afectó al rendimiento de la canal.

Referencias

- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2005. Official methods of analysis. 18th ed. AOAC, Arlington, VA, USA.
- Aviagen. 2018. Ross Broiler Management Handbook. Newbridge, Scotland, UK.
- Blanch, A., A. C. Barroeta, M. D. Baucells, and F. Puchal. 1995. The Nutritive Value of Dietary Fats in Relation to Their Chemical Composition. Apparent Fat Availability and Metabolizable Energy in Two-Week-Old Chicks. *Poult. Sci.* 74:1335–1340.
- Carrapiso, A. I., L. M. Timón, J. M. Petrón, J. F. Tejada, and C. García. 2000. In situ transesterification of fatty acids from Iberian pig subcutaneous adipose tissue. *Meat Sci.* 56:159–164.
- Cortinas, L., C. Villaverde, J. Galobart, M. D. Baucells, R. Codony, and A. C. Barroeta. 2004. Fatty acid content in chicken thigh and breast as affected by dietary polyunsaturation level. *Poult. Sci.* 83:1155–1164.
- Crespo, N., and E. Esteve-García. 2002a. Dietary polyunsaturated fatty acids decrease fat deposition in separable fat depots but not in the remainder carcass. *Poult. Sci.* 81:512–518.
- Crespo, N., and E. Esteve-García. 2002b. Nutrient and fatty acid deposition in broilers fed different dietary fatty acid profiles. *Poult. Sci.* 81:1533–1542.
- Jimenez-Moya, B., A. C. Barroeta, F. Guardiola, M. D. Soler, R. Rodriguez-Sanchez, and R. Sala. 2021. Replacement of palm oil with soybean acid oil in broiler chicken diet: Fat digestibility and lipid class content along the intestinal tract. *Animals* 11.
- Powles, J., J. Wiseman, D. J. A. Cole, and B. Hardy. 1993. Effect of chemical structure of fats upon their apparent digestible energy value when given to growing/finishing pigs. *Anim. Sci.* 57:137–146.
- Ravindran, V., P. Tancharoenrat, F. Zaefarian, and G. Ravindran. 2016. Fats in poultry nutrition: Digestive physiology and factors influencing their utilisation. *Anim. Feed Sci. Technol.* 213:1–21.
- Rodriguez-Sanchez, R., A. Tres, R. Sala, M. D. Soler, F. Guardiola, and A. C. Barroeta. 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. *Poult. Sci.* 100:101261.
- Skřivan, M., M. Marounek, M. Englmaierová, L. Čermák, J. Vlčková, and E. Skřivanová. 2018. Effect of dietary fat type on intestinal digestibility of fatty acids, fatty acid profiles of breast meat and abdominal fat, and mRNA expression of lipid-related genes in broiler chickens. *PLoS One* 13:19–30.
- Small, D. M. 1991. The effects of glyceride structure on absorption and metabolism. *Annu. Rev. Nutr.* 11:413–434.
- Sukhija, P. S., and D. L. Palmquist. 1988. Rapid method for determination of total fatty acid content and composition of feedstuffs and feces. *J. Agric. Food Chem.* 36:1202–1206.
- Varona, E., A. Tres, M. Rafecas, S. Vichi, A. C. Barroeta, and F. Guardiola. 2021a. Composition and Nutritional Value of Acid Oils and Fatty Acid Distillates Used in Animal Feeding. *Animals* 11:196.
- Varona, E., A. Tres, M. Rafecas, S. Vichi, A. C. Barroeta, and F. Guardiola. 2021b. Methods to determine the quality of acid oils and fatty acid distillates used in animal feeding. *MethodsX* 8:101334.
- Wiseman, J., J. Powles, and F. Salvador. 1998. Comparison between pigs and poultry in the prediction of the dietary energy value of fats. *Anim. Feed Sci. Technol.* 71:1–9.