

USO DE ACEITES DE OLEAGINOSAS EN LA PRODUCCIÓN DE GRASA DE CERDO CON DIFERENTE PERFIL LIPÍDICO Y ESTABILIDAD OXIDATIVA.

López Hernández L. H.^{*}, González Mendoza M. E., Carrillo Esparza A. L.

^a Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal (CENIDFyMA), Programa Carne de Cerdo, km 1.0 carretera a Colón, Ajuchitlán, C.P. 76280, Colón, Querétaro, México.

^{*} lopez.lhumberto@inifap.gob.mx.

RESUMEN:

La carne de cerdo actualmente es magra, pero hay un 20% de la canal que es grasa y se usa en la elaboración de productos cárnicos; la cual puede ser modificada desde la dieta. El objetivo fue determinar el efecto de la incorporación de aceites de oleaginosas en la dieta de cerdos sobre la producción de grasa y carne. Se alimentaron 76 cerdos con diferentes fuentes de ácidos grasos (aceites de oleaginosas o sebo vacuno). Los Tratamientos fueron dietas con: 6% de sebo vacuno (T1), 6% de aceite de canola (T2), 6% de aceite de cártamo (T3) y <1% de sebo vacuno (T4). Se obtuvieron muestras de grasa dorsal (GD), unto (U) y lomo de las canales. Se determinaron parámetros de calidad y oxidación en carne fresca, así como color (L*, a* y b*), punto de fusión (PF), índice de yodo (IY) y perfil de lípidos en GD. La calidad y oxidación en carne fresca no se afectó (P<0.207), salvo el color subjetivo (P<0.043). El valor de IY y PF en GD y U se modificó por efecto de Tratamientos (P<0.001). El perfil lipídico en GD tuvo un mayor contenido de C18:2 y C18:3 a partir de aceite de canola.

ABSTRACT:

Nowadays, pork meat is lean, but a 20% of the carcass is fat, which is used to elaborate meat products and can be modified by the diet fed. The objective was to determine the effect of the addition of vegetable oils to pig diets on the production of fat and meat. 76 pigs were fed with different sources of fatty acids (vegetable oils or beef tallow). The Treatments were diets with: 6% beef tallow (T1), 6% canola oil (T2), 6% safflower oil (T3) and <1% beef tallow (T4). Samples of back fat (BF), lard (L) and loins were collected from the carcasses. Quality and oxidation parameters were determined, for example, objective color (L*, a* and b*), fusion point (FP), iodine value (IV), and lipid profile of BF. The quality and oxidation of fresh meat were not modified (P<0.207), except for subjective color (P<0.043). The value of IV and FP in BF and L was modified by effect of Treatment (P<0.001). The lipid profile in back fat had a higher content of C18:2 and C18:3 using the canola oil diet.

Palabras clave:

Carne, Cerdo, Calidad.

Keyword:

Meat, Pork, Quality.

Área: Cárnicos.

INTRODUCCIÓN

La incidencia de enfermedades asociadas al consumo de grasas saturadas es ampliamente reportada. La cadena de producción de carne de cerdo (incluida la grasa) desde la granja hasta procesamiento se ha valido de diversas técnicas para cubrir las demandas nutricionales y tecnológicas de la industria y los consumidores. La industria procesadora implementa la sustitución de grasa y por consiguiente la adición de compuestos activos (antioxidantes, ácidos grasos omega, vitaminas, minerales u otros). Sin embargo, los consumidores exigen alimentos

más sanos, con la menor cantidad de aditivos posibles. El cerdo al ser un animal monogástrico, puede ser alimentado de la misma manera que un humano, y gran proporción de los nutrientes en la dieta como antioxidantes, pigmentos y ácidos grasos pueden pasar el tracto digestivo y depositarse en el tejido diana. La modificación de la calidad de carne o grasa, no es una actividad sin control, tiene que ser especialmente dirigida para evitar afectar alguna otra propiedad del producto final (Dugan et al., 1997). Por naturaleza, la grasa de cerdo actual, ya sea intramuscular (marmoleo) o de cobertura (lardo y grasa para manteca) es rica en ácido esteárico (C18), precursor del ácido oleico (C18:1); el cerdo no cuenta con las suficientes enzimas desaturadas para producir C18:2 (linoleico) y C18:3 (linolénico). El nivel de C18:1 en la grasa de cerdo oscila entre 32 a 45%, mientras que C18 de 38 a 45% (Woods, 2009). Una alternativa en la obtención de grasa de cerdo para disminuir el uso de aditivos en los productos cárnicos procesados es modificar la fuente de grasa consumida por el animal, para favorecer un mejor perfil lipídico en la carne y grasa. Entre las fuentes más económicas y de amplio uso son las semillas de oleaginosas, a través de los aceites ricos en ácidos grasos insaturados como C18:1, C18:2 y C18:3. La canola y el cártamo son una fuente rica en estos ácidos grasos, un consumo mayor a los requerimientos energéticos del animal, favorecerá la infiltración de los ácidos grasos y por lo tanto se obtendrá grasa modificada en el perfil de lípidos. El inminente cambio en la composición del perfil lipídico dirigido hacia ácidos grasos de mayor insaturación acarrea problemas de oxidación, textura y tecnológicos. El objetivo de este trabajo fue determinar el impacto sobre la calidad y oxidación de grasa obtenida de cerdos alimentados con diversas fuentes de grasa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Animales

Se utilizó un grupo de producción porcina del CENID Fisiología del INIFAP (80 cerdos de la craza Large White x Landrace) con un peso inicial de 75 kg. Los animales fueron aleatorizados por sexo y peso al inicio del experimento a uno de los cuatro Tratamientos (20 cerdos). Los Tratamientos fueron suministrados a través de una dieta convencional con un nivel de grasa ajustado al 6%. Las fuentes de grasa o aceites fueron: sebo vacuno (T1), aceite de canola (T2) y aceite de cártamo (T3); además se utilizó un control negativo con <1% de grasa a partir de sebo vacuno, este tratamiento pretendió inducir la síntesis *de novo* de grasa en el animal. Los animales al alcanzar el peso de sacrificio fueron enviados a un rastro Tipo Inspección Federal (TIF) en el estado de Querétaro, de acuerdo a la NOM-033-ZOO-1995. Las canales fueron procesadas después de 24 horas de frío y se obtuvieron muestras de unto, grasa dorsal sobre el músculo *Longissimus dorsi* (LD) y del lomo de cada canal. Las muestras fueron almacenadas en una hielera y transportada al Laboratorio de Carnes del CENIDFyMA para su evaluación.

Calidad de carne

Se registró el peso de la canal tanto fría como caliente. El pH y temperatura se determinó en el músculo LD a la altura de la 10ª costilla en dirección caudal de la canal, por punción usando un electrodo de vidrio conectado a un medidor de pH HI 99163 (HANNA Instruments Inc., Romania). El medidor de pH se calibró a dos puntos pH 4 y pH 7 (Honikel, 1998).

Determinación de parámetros de calidad en carne de cerdo

Se cortó el lomo en tres chuletas (aprox. 2.2 cm de espesor). La chuleta No. 1 fue expuesta al oxígeno durante 30 min para calificar el color y marmoleo subjetivamente mediante la escala del NPPC (1996); así como el color objetivo mediante un colorímetro portátil MiniScan HunterLab con iluminante D65/10° (Hunter Inc., Virginia USA). Con la chuleta No. 2 se determinó la capacidad de retención de agua (CRA) por centrifugación de acuerdo a lo descrito por Hamm (1975). La chuleta No. 3 se usó para la determinación de la pérdida de peso (agua) por goteo (PAG) a las 24 horas (Honikel, 1998).

Determinación de parámetros en grasa de cerdo

Las determinaciones de punto de fusión (PF) e índice yodo (IY) se realizaron de acuerdo a la AOAC (2000). Para la determinación de especies reactivas al ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS), se pesó la muestra a la cual se le adicionaron 500 µL de butanol y 500 µL ácido tiobarbitúrico al 0.2%, se sometió a un tratamiento térmico a 95°C durante 2 horas y se leyó a 532 nm (Pegg, 2001). El perfil de lípidos se realizó de acuerdo al Método AOAC 963.22 y 969.33.

El diseño fue completamente al azar para cuatro tratamientos. Los resultados para calidad de carne y grasa se analizaron mediante un análisis GLM considerando el efecto del tratamiento, mediante el software estadístico SAS v.9.2 (SAS Inst. Inc., Cary, NC, 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se observa en el Cuadro I, no hubo diferencias ($P>0.819$) en la producción de animales para abasto, suministrar diferentes tipos de grasa no afectó el desempeño productivo de los cerdos, por lo tanto los pesos en pie, de canal caliente y fría no tuvieron diferencias entre ellos. Aunado a esto, los rendimientos tampoco se vieron afectados, ya que el modelo de análisis de varianza no fue significativo. Cabe resaltar que alimentar a los cerdos con una dieta baja en grasa para fomentar la síntesis *de novo* de grasa no repercutió en el desempeño productivo de los mismos. El peso alcanzado en este grupo de producción fue de aproximadamente 106 kg el cual corresponde a una producción normal y comercial, por lo tanto, bajo estas condiciones de producción animal, el nivel de grasa osciló entre 20 kg (Cuadro II) sin diferencias entre tratamientos ($P>0.641$).

Continuando con el análisis de calidad en carne, no se observaron diferencias ($P>0.207$) en la T de 24 h en canal (10.85°C), PAG (2.03%), CRA (18.97%), marmoleo (2.33) por NPPC, color objetivo ($L^*=58.28$, $a^*=6.35$ y $b^*=14.25$) y oxidación (0.076 mg MDA/kg), los resultados previamente mostrados como el promedio de los cuatro tratamientos, los cuales coinciden con los esperados para ésta línea genética. Leick et al. (2010) no obtuvieron diferencias para los valores de L^* , a^* y b^* similar a lo encontrado en este trabajo; para PAG y CRA los valores obtenidos son considerados como carne óptima para procesamiento. El valor de oxidación no se afectó por el efecto de los tratamientos, pero se observa una tendencia a ser menor (0.078 y 0.067 mg MDA/kg de carne) cuando se utiliza algún aceite de oleaginosa en la dieta ($\geq 6\%$); los tratamientos con aceites de canola o cártamo por su naturaleza llevan muchos compuestos carotenoides y vitamina E como antioxidantes que podrían estar propiciando un efecto confundido en la respuesta. Por sí solos los ácidos grasos insaturados llegan a tener un efecto antioxidante por la estructura química de dobles enlaces conjugados (Palmquist, 2009). Sin embargo, la dieta baja en sebo también mostró una menor oxidación, posiblemente el animal al

estar generando su propia grasa genera una mayor proporción de oleico y de esteárico que son poco susceptibles a ser oxidados. Los valores de color objetivo y subjetivo son los esperados para ésta genética, sin embargo, visualmente se alcanza a percibir un mejor color para T1= 3.04, T2= 2.91 y T3=3.30, estos tratamientos corresponden a los animales alimentados con 6% de grasa, ya sea sebo vacuno, aceite de canola o aceite de cártamo respectivamente. Se pensaría que en el tratamiento T4=2.45 al tener menos grasa disponible se podrían ver afectados los procesos fisiológicos repercutieron finalmente en la producción de mioglobina que es el principal pigmento de la carne. La evaluación subjetiva lleva mucha variación asociada a la técnica, por ello es indispensable medir el color objetivamente.

Cuadro I. Efecto del consumo de diferente perfil lipídico en dieta de cerdos sobre parámetros productivos y calidad de carne.*

	Tratamientos				EEM†	Tratamiento (P<)**
	Sebo	Canola	Cártamo	Control		
En pie, kg	106.8	105.9	107.0	106.2	1.82	0.970
Canal caliente, kg	85.9	85.1	86.5	84.7	1.66	0.858
Canal fría, kg	84.8	83.9	85.5	83.5	1.65	0.819
pH	5.54	5.52	5.55	5.46	0.03	N.S.
Pérdida de agua por goteo, ¹ %	2.04	2.25	1.62	2.22	0.24	0.207
Capacidad de retención de agua, ² %	20.84	18.42	20.10	16.51	2.04	N.S.
Color subjetivo ³	3.04	2.91	3.30	2.45	0.22	0.043
Marmoleo subjetivo ³	2.53	2.03	2.18	2.58	0.23	N.S.
Color objetivo ⁴						
L	57.9	58.3	57.1	59.8	0.81	N.S.
a	6.3	6.5	6.4	6.2	0.27	N.S.
b	14.3	14.3	14.1	14.3	0.27	N.S.
Oxidación, ⁵ mg MDA/kg	0.090	0.078	0.067	0.067	0.012	0.385

*Medias de mínimos cuadrados. ** No hubo efecto en la interacción Trt*Tiempo (P > 0.206). Tiempo de consumo de grasas fue de 28 y 35 días. † EEM = error estándar de la media. N.D. = el modelo de varianza no fue significativo (P > 0.05). ¹ Pérdida de agua por goteo (chuletas en suspensión en bolsa hermética a 4°C) a las 24h *post-mortem*. ² Capacidad de retención de agua añadida por centrifugación. ³ Color y marmoleo fueron calificados comparando con la escala subjetiva (NPPC, 1999). ⁴ Color objetivo después de 30 min de oxigenación con colorímetro y escala CIELab. ⁵ Oxidación lipídica por la técnica de TBARS.

La cantidad (20.25 kg) de grasa y contenido de grasa intramuscular (2.4%) y unto (1.72 kg) en las canales no se afectó por efecto de tratamiento. Por otro lado, los parámetros fisicoquímicos de la grasa se afectaron significativamente (P<0.001). El punto de fusión (PF) principal característica de la grasa para ser elaborar productos cárnicos fue determinado. Se observa que en grasa dorsal o de cobertura el punto de fusión fue mayor para los Tratamientos T1 y T4 (37.38 y 37.89°C, respectivamente) mientras que para los Tratamientos con aceites de oleaginosas, canola (34.03°C) y cártamo (35.58°C) fueron menores significativamente pero iguales entre sí. Se ha reportado que el punto de fusión es mayor en la grasa interna del animal como es el unto, en este trabajó se encontró que para los Tratamientos con sebo T1 y T4 los puntos de fusión fueron de 45.91 y 46.36°C, respectivamente; y que el PF para T2 y T4 fueron de 43.73 y 43.70°C, con diferencias entre par de tratamientos (P<0.0001). El valor de IY también se afectó por efecto de los tratamientos para la GD (P<0.0003) y unto (P<0.0001). El valor de IY se puede relacionar con el grado de insaturación en la muestra, sin embargo, no indica o estima directamente el perfil de lípidos en la misma. Tanto en GD como unto, se observan medias para IY similares entre los tratamientos con aceites de oleaginosas (GD: 34.03 a 35.58

y unto: 66.41 a 63.38 cg I₂/g de grasa), pero diferentes de las medias de los tratamientos provenientes de sebo (GD 68.56 a 68.88 y unto: 57.29 a 56.51 cg I₂/g de grasa). Barton-Gade (1987) y Boyd et al. (1997) sugieren que los valores máximos permisibles de IY podrían ser de hasta 70-76 cg I₂/g de grasa; posiblemente este intervalo se alcance con fuentes de ácidos grasos más concentradas y de otro origen como marino. Los parámetros de color en grasa no se afectaron por efecto del tratamiento, característica muy importante debido a la costumbre de comercializar grasa de color blanca-crema.

Cuadro II. Efecto del consumo de diferentes perfiles lipídicos en dietas de cerdos sobre las características de la grasa.*

	Tratamientos				EEM†	Tratamiento (P <)
	Sebo	Canola	Cártamo	Control		
Grasa total, kg	20.3	19.7	21.0	20.0	0.75	0.641
Unto, kg	1.68	1.74	1.95	1.51	0.14	N.D.
Grasa intramuscular, ¹ %	2.42	2.28	2.25	2.60	0.22	N.D.
<i>Grasa dorsal</i>						
Punto de Fusión, ² °C	37.38	34.03	35.58	37.89	0.74	0.0010
Índice de Yodo, ^{**3} cg I ₂ /g	68.56	71.38	70.79	68.88	0.55	0.0003
L, ⁴	77.70	77.66	---	---	0.28	0.9200
a, ⁴	3.68	3.58	---	---	0.16	0.6611
b, ⁴	13.73	13.80	---	---	0.21	N.D.
<i>Unto</i>						
Punto de Fusión, ^{**2} °C	45.91	43.73	43.70	46.36	0.25	0.0001
Índice de Yodo, ³ cg I ₂ /g	57.29	66.41	63.38	56.51	0.42	0.0001
L, ⁴	78.30	77.95	---	---	0.30	0.4014
a, ⁴	3.39	3.48	---	---	0.19	N.D.
b, ⁴	13.15	12.93	---	---	0.20	N.D.

*Medias de mínimos cuadrados. ** Efecto en la interacción Trt*Tiempo (P < 0.009). Tiempo de consumo de grasas fue de 28 y 35 días. † EEM = error estándar de la media. N.D. = el modelo de varianza no fue significativo (P > 0.05). ¹ Grasa determinada químicamente (AOAC, 2000). ² Punto de fusión en capilar (AOAC, 2000). ³ Índice de Yodo mediante técnica de Wijs (AOAC, 2000). ⁴ Color objetivo después de 30 min de oxigenación con colorímetro y escala CIELab.

El perfil de lípidos indica que ácido graso fue modificado como se observa en el Cuadro III. El uso de aceites de oleaginosas modificó los perfiles de lípidos en la grasa dorsal (P<0.05). El nivel de ácido oleico se incrementó para T2 y T3 (47-48%), linoleico se incrementó para los tratamientos T2 (14.9%) y T3 (12.2%); mientras que con sebo el nivel fue de 11.36%. Linolénico fue mucho mayor para la grasa de origen aceite de canola (1.65%) seguida de la grasa a partir de cártamo (0.9%). Estudios con otras fuentes de grasa incorporadas en la dieta de cerdos mostraron un cambio mayor en el perfil de lípidos, sin embargo el costo de producción sería mayor (Haak et al., 2008); dentro de estas investigaciones sugieren la protección de la grasa por el uso de vitaminas principalmente vitamina E (Guo et al., 2006).

Cuadro III. Perfil de lípidos en la grasa dorsal obtenida de cerdos alimentados con diferentes fuentes de grasa.

	Sebo	Canola	Cártamo	Control
	Ácido graso (%)			
Ac. Esteárico	10.92±0.238	9.20±0.463	10.10±1.108	11.29±1.471
Ac. Oleico	45.48±1.356	47.78±0.431	48.26±2.196	46.06±1.138
Ac. Linoleico	11.36±0.641	14.94±0.792	12.17±2.076	11.36±2.679
Ac. Linolénico	0.67±0.033	1.65±0.079	0.93±0.647	0.51±0.078
Ac. Araquidónico	N.D.	0.94±0.111	1.06±0.018	0.70±0.050
Σ SAT	38.52±2.066	32.22±1.147	35.30±0.077	39.31±2.958

Σ MONO	48.59±1.324	49.71±0.510	49.99±2.685	48.43±1.357
Σ POLI	12.89±0.742	18.06±0.639	14.71±2.609	12.27±1.599

Promedios ± Desviación estándar de n = 4 muestras compuestas de GD obtenida sobre la 10ª y última costilla. N.D. = Concentración no detectada.

CONCLUSIONES

Los parámetros de calidad en carne fresca no se alteraron por el uso de aceites en la producción de carne. Se logró la modificación del perfil lipídico en grasa de cerdo a través de la dieta de cerdos suplementada con aceites de canola o cártamo, los niveles de ácidos grasos insaturados de 18 carbonos se incrementaron, las características fisicoquímicas de la grasa no se modificaron. Es posible producir grasa de mejor calidad para la elaboración de productos cárnicos, por ello la modificación hacia un perfil lipídico mas sano sugiere una protección antioxidante extra de la grasa.

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC, 2000. *Official methods of analysis (Vol. 2, 15th ed.)*. Arlington, Virginia: Association of Official Analytical Chemists.
- Barton-Gade PA. 1987. Meat and fat quality in boars, castrates and gilts. *Livestock Production Science*. 32:65-79.
- Boyd RD, Johnston ME, Scheller K, Sosnicki AA, Wilson ER. 1997. Relationship between dietary fatty acid profile and body fat composition in growing pig. PIC USAT&D Technical Memo 153. Pig Improvement Company, USA, Franklin, Kentucky.
- Dugan MER, Aalhus JL, Schaefer AL, Kramer JKG. 1997. The effects of linoleic acid on fat to lean repartitioning and feed conversion in pigs. *Journal of Animal Science*. 77:723–725.
- Guo Q, Richert B, Burgess J, Webel D, Orr D, Blair M, Fitzner G, Hall D, Grant A, Gerrard D. 2006. Effects of dietary vitamin E and fat supplementation on pork quality. *Journal Animal Science* 84: 3089-3099.
- Hamm R, 1975. "Water-holding Capacity of Meat", en Meat. D. J. Cole y R. A. Lawrie (compiladores), The Avi Publishing Co., Westport.
- Haak L, Raes K, Van Dyck S, De Smet S. 2008. Effect of dietary Rosemary and α -tocopheryl acetate on the oxidative stability of raw and cooked pork following oxidized linseed oil administration. *Meat Science*. 78: 239-247.
- Honikel KO. 1998. Reference methods for the assessment or physical characteristic of meat. *Meat science*. 49:447-457.
- Leick CM, Puls CL, Ellis M, Killefer J, Carr TR, Scramlin SM, England MB, Gaines AM, Wolter SN, Carr SN, McKeith FK. 2010. Effect of distillers dried grain with solubles and ractopamine (Paylean) on quality and shelf-life of fresh pork and bacon. *Journal of Animal Science*. 88:2751-2766.
- Palmquist DL. 2009. Omega-3 Fatty Acids in Metabolism, Health, and Nutrition and for Modified Animal Product Foods. *The Professional Animal Scientist* 25:207–249.
- Pegg R. 2001. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*. D2.4.4-D2.4.18.
- Woods VB, Fearon AM. 2009. Dietary sources of unsaturated fatty acids for animals and their transfer into meat, milk and eggs: A review. *Livestock Science* 126:1–20.